

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Менеджмент»

Е. М. Карпенко, С. Ю. Комков

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2010

УДК 338.24(075.8)
ББК 65.291.21я73
К26

Рецензенты: заведующий кафедрой «Экономика и управление производством» учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины» канд. экон. наук, доц. *И. В. Бабына*;
заведующий кафедрой «Менеджмент» учреждения образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации» канд. экон. наук, доц. *Л. К. Климович*

Карпенко, Е. М.

К26 Производственный менеджмент : учеб. пособие / Е. М. Карпенко, С. Ю. Комков ; М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, 2010. – 519 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-420-919-7.

Изложены краткие теоретические положения и методики производственного менеджмента как системы организации и управления производством на промышленном предприятии в современных условиях.

Представленные темы соответствуют учебной программе курса и сгруппированы в пять разделов, с различных сторон характеризующих процедуры организации производства промышленным предприятием.

Книга содержит большое количество таблиц и рисунков, позволяющих схематично представить основные теоретические положения, что способствует их эффективному усвоению.

УДК 338.24(075.8)
ББК 65.291.21я73

ISBN 978-985-420-919-7

© Карпенко Е. М., Комков С. Ю., 2010
© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2010

Оглавление

Предисловие	9
Раздел I. ОБЩИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА	
Тема 1. Исходные положения производственного менеджмента	11
1.1. Сущность и особенности предприятия как производственной системы	11
1.2. Базовые функции управления производственной деятельностью предприятия	14
1.3. Основные закономерности управления производством	16
1.4. Этапы исторического развития производственного менеджмента	19
Тема 2. Общая характеристика производственного процесса промышленного предприятия	23
2.1. Понятие и структура производственного процесса	23
2.2. Основные принципы построения производственных процессов	26
2.3. Основные типы производства и их технико-экономические характеристики	31
Тема 3. Аутсорсинг как форма построения эффективного производства	35
3.1. Сущность, значение и основные формы аутсорсинга	35
3.2. Общий алгоритм реализации проектов аутсорсинга. Стратегическое обоснование аутсорсинговых решений	38
3.3. Экономическое обоснование аутсорсинговых решений	46
3.4. Структура и порядок разработки аутсорсинговых контрактов	50
3.5. Текущее управление проектами аутсорсинга	56
Раздел II. ОРГАНИЗАЦИЯ ОСНОВНОГО ПРОИЗВОДСТВА	
Тема 4. Сущность и особенности построения производственного процесса в пространстве	59
4.1. Значение, факторы и методы оптимизации пространственного размещения производства	59
4.2. Производственная структура предприятия и факторы, ее определяющие	67
4.3. Формы специализации основных цехов предприятия	72
4.4. Особенности разработки генерального плана предприятия	74
4.5. Внутренняя производственная структура основных цехов предприятия	78
Тема 5. Сущность и особенности построения производственного процесса во времени	80
5.1. Общая структура производственного цикла изготовления изделия	80
5.2. Основные конфигурации производственного цикла простых процессов	82
5.3. Оценка длительности производственного цикла сложных процессов ...	86
5.4. Основные пути сокращения длительности производственного цикла ...	89

Тема 6. Общие особенности организации производственного процесса в основных цехах предприятия	91
6.1. Организация производственного процесса в заготовительных цехах	91
6.2. Организация производственного процесса в обрабатывающих цехах ...	98
6.3. Организация производственного процесса в сборочных цехах	107
Тема 7. Основы организации поточного производства	118
7.1. Общая характеристика поточного производства.....	118
7.2. Классификация поточных линий.....	121
7.3. Алгоритм выбора оптимального варианта поточной линии	123
7.4. Экономическая эффективность поточного производства	126
Тема 8. Особенности организации автоматизированного производства	130
8.1. Содержание, формы и значение автоматизации производства.....	130
8.2. Сущность, виды и основные параметры работы автоматических линий	133
8.3. Назначение и особенности использования робототехнических производственных комплексов	139
8.4. Сущность, виды и структура гибких производственных систем.....	143
 Раздел III. ОРГАНИЗАЦИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ И ОБСЛУЖИВАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ	
Тема 9. Организация и управление ремонтным хозяйством предприятия	147
9.1. Значение, задачи и типовая структура ремонтных служб предприятия	147
9.2. Сущность и основные нормативы системы планово-предупредительных ремонтов.....	150
9.3. Подготовка, планирование и организация выполнения ремонтных работ.....	156
9.4. Техничко-экономические показатели и направления совершенствования работы ремонтных служб.....	160
Тема 10. Организация и управление инструментальным хозяйством предприятия	163
10.1. Значение, задачи и структура инструментального хозяйства	163
10.2. Классификация и индексация средств технологического оснащения... ..	165
10.3. Методы планирования потребности в инструменте.....	168
10.4. Организация работы центрального инструментального склада и инструментально-раздаточных кладовых	174
10.5. Организация работ по ремонту и восстановлению инструмента.....	179
Тема 11. Организация и управление транспортным хозяйством предприятия	182
11.1. Значение, задачи и структура транспортного хозяйства.....	182
11.2. Определение грузооборота предприятия, маршрутов транспортировки и необходимого количества транспортных средств.....	184
11.3. Оперативное управление работой транспортного хозяйства	189

Тема 12. Организация и управление энергетическим хозяйством предприятия	193
12.1. Особенности, задачи и структура энергетического хозяйства предприятия	193
12.2. Планирование и анализ энергоснабжения предприятия.....	196
12.3. Основные показатели эффективности энергетического хозяйства и пути совершенствования его работы	202
Тема 13. Организация и управление материально-техническим обеспечением производства	204
13.1. Значение, структура и функции служб материально-технического обеспечения	204
13.2. Планирование материально-технического обеспечения производства	207
13.3. Организация закупок материальных ресурсов	214
13.4. Основные методы управления запасами материальных ресурсов	217
13.5. Организация оперативного снабжения подразделений материальными ресурсами.....	229
13.6. Показатели эффективности системы материально-технического обеспечения	236
Тема 14. Организация и управление складским хозяйством предприятия	241
14.1. Структура и задачи складского хозяйства	241
14.2. Организация выполнения складских операций.....	244
14.3. Нормативные расчеты потребности в складских площадях	248
Раздел IV. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ И ОСВОЕНИЯ НОВОЙ ПРОДУКЦИИ	
Тема 15. Организация конструкторской подготовки производства	251
15.1. Основные задачи и стадии конструкторской подготовки производства.....	251
15.2. Система конструкторской документации.....	254
15.3. Системы автоматизированного проектирования в конструкторской подготовке производства	256
Тема 16. Организация технологической подготовки производства	260
16.1. Содержание и структура технологической подготовки производства	260
16.2. Технико-экономическое обоснование выбора варианта технологического процесса	264
16.3. Основные пути ускорения технологической подготовки производства	266
Тема 17. Организация освоения производства новой продукции	269
17.1. Содержание и стадии организационно-экономической подготовки производства	269
17.2. Структура и принципы освоения новой продукции	272
17.3. Динамика технико-экономических показателей производства на стадии освоения новых изделий	273

Раздел V. ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

Тема 18. Специфика, функции и виды систем оперативного управления производством	276
18.1. Содержание и основные функции систем оперативного управления производством.....	276
18.2. Требования, предъявляемые к современным системам оперативного управления производством.....	281
18.3. Основные типы систем оперативно-календарного планирования.....	283
Тема 19. Современные тенденции развития систем оперативного управления производством	293
19.1. Основные факторы и направления развития современных систем оперативного управления производством.....	293
19.2. Специфика оперативного управления производством по системе «точно вовремя».....	297
19.3. Основные особенности систем управления производством класса MRP.....	300
Тема 20. Общая характеристика системы календарно-плановых нормативов	306
20.1. Назначение и структура календарно-плановых нормативов.....	306
20.2. Состав и особенности календарно-плановых нормативов в серийном производстве.....	308
20.3. Специфика календарно-плановых нормативов в массовом и единичном производстве.....	312
Тема 21. Методы расчета основных календарно-плановых нормативов производства	316
21.1. Нормативные расчеты размеров партий.....	316
21.2. Нормативные расчеты длительности производственных циклов.....	324
21.3. Нормативные расчеты опережений запуска и выпуска.....	328
21.4. Нормативные расчеты производственных заделов.....	330
Тема 22. Основы разработки оперативно-производственных заданий	345
22.1. Распределение годовой производственной программы по кварталам и месяцам.....	345
22.2. Общий алгоритм разработки оперативно-производственных заданий в серийном производстве.....	347
22.3. Особенности разработки оперативно-производственных заданий в массовом производстве.....	353
22.4. Особенности разработки оперативно-производственных заданий в единичном и мелкосерийном производстве.....	358
Тема 23. Основы производственного диспетчирования	363
23.1. Задачи и содержание производственного диспетчирования.....	363
23.2. Организация работы диспетчерских служб предприятия.....	367
23.3. Техническое обеспечение диспетчерских операций.....	371

Раздел VI. СПЕЦИФИКА ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ В ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Тема 24. Общие особенности организации и управления

производством на предприятиях энергетики.....	374
24.1. Значение, виды и общие особенности работы энергетических предприятий	374
24.2. Особенности производственной структуры энергетических предприятий	377
24.3. Организация и нормирование труда на предприятиях энергетики	380
24.4. Организация ремонтного обслуживания производства на энергетических предприятиях	384
24.5. Планирование режимов работы энергетических предприятий.....	387
24.6. Особенности оперативного управления работой энергетических систем	391
24.7. Базовые направления повышения эффективности работы предприятий энергетического комплекса	393

Тема 25. Общие особенности организации и управления

производством на предприятиях металлургии	396
25.1. Общие особенности металлургического производства и основные типы металлургических процессов	396
25.2. Производственная структура металлургических предприятий и особенности организации их основных цехов	401
25.3. Специфика организации и нормирования труда в металлургическом производстве	407
25.4. Оперативное управление производством на предприятиях металлургии	413
25.5. Ключевые прогрессивные технологии и методы повышения эффективности металлургического производства	416

Тема 26. Общие особенности организации и управления

производством на предприятиях химической промышленности.....	419
26.1. Структура химической промышленности и общая специфика отраслевого производства.....	419
26.2. Основные организационные формы построения производственного процесса на химических предприятиях.....	423
26.3. Особенности построения химического производства в пространстве	425
26.4. Общая специфика организации и оплаты труда персонала химических предприятий.....	430
26.5. Особенности производственного нормирования на химических предприятиях.....	432
26.6. Базовые направления повышения эффективности работы химических производств.....	436

Тема 27. Общие особенности организации и управления производством на предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности

27.1. Общие особенности организации производственных процессов в нефтепереработке	439
--	------------

27.2. Специфика пространственного размещения нефтеперерабатывающих производств и особенности построения их внутренней производственной структуры	441
27.3. Концентрация, специализация и комбинирование нефтеперерабатывающих производств	444
27.4. Особенности организации труда в нефтепереработке	447
27.5. Специфика работы вспомогательных хозяйств нефтеперерабатывающих предприятий	451
Тема 28. Общие особенности организации и управления производством на предприятиях деревообработки	457
28.1. Структура, значение и формы организации производственного процесса в деревообрабатывающей отрасли	457
28.2. Построение производственного процесса деревообрабатывающих предприятий в пространстве и во времени	460
28.3. Алгоритмы разработки производственной программы деревообрабатывающих производств.....	465
28.4. Особенности оперативного планирования производства в деревообработке.....	473
28.5. Базовые направления повышения эффективности производственных процессов в деревообработке	476
Тема 29. Общие особенности организации и управления производством на предприятиях легкой промышленности	480
29.1. Значение и структура легкой промышленности и особенности построения производственной структуры предприятий отрасли.....	480
29.2. Организация производственных потоков в легкой промышленности....	484
29.3. Состав и особенности работы вспомогательных хозяйств предприятий легкой промышленности	490
29.4. Особенности организации труда на предприятиях легкой промышленности.....	494
29.5. Базовые направления повышения эффективности производства в легкой промышленности.....	497
Тема 30. Общие особенности организации и управления производством на предприятиях пищевой промышленности.....	500
30.1. Значение, особенности и принципы построения производственных процессов в пищевой промышленности.....	500
30.2. Организация и оперативное планирование основного производства на предприятиях пищевой промышленности	506
30.3. Структура и специфика работы вспомогательных и обслуживающих хозяйств предприятий пищевой промышленности	510
30.4. Приоритетные направления технического прогресса в пищевой промышленности	514
Литература	517

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современные промышленные предприятия являются сложными социально-техническими системами, эффективное функционирование которых невозможно без целенаправленного выполнения комплекса взаимосвязанных управленческих функций. Первичными из таких функций являются функции управления производственными процессами, поскольку именно производственная деятельность является ключевой целью и базовым условием функционирования промышленных предприятий. Выполнение соответствующих управленческих функций, объединяемых общей системой производственного менеджмента предприятия, обеспечивает установление эффективной системы взаимосвязей между материально-вещественными и социальными элементами производства, формирование взаимно согласованных планов хода производственной деятельности, контроль результатов работы производственных подразделений, принятие и реализацию корректирующих управленческих решений.

Целью настоящей книги является систематизированное рассмотрение базовых вопросов, связанных с организацией и управлением производственным процессом на современных промышленных предприятиях. Рассматриваемые в данном издании темы сгруппированы в шесть разделов, с различных сторон характеризующих процедуры организации и управления промышленным производством. *Первый раздел* является вводным и посвящен рассмотрению базовых понятий, принципов и форм организации производственного процесса. *Второй раздел* включает в себя вопросы, связанные с организацией основного производственного процесса. *Третий раздел* посвящен изучению специфики и основных методов функционирования вспомога-

тельных и обслуживающих подразделений промышленных предприятий. В *четвертом разделе* рассматриваются вопросы, связанные с подготовкой и освоением производства новых видов продукции на промышленных предприятиях. *Пятый раздел* посвящен проблемам оперативного управления производственной деятельностью промышленных предприятий. В *шестом, заключительном разделе* книги представлена характеристика специфических особенностей организации и управления производством на предприятиях различных отраслей промышленности.

При написании книги авторами был использован широкий перечень литературных материалов, посвященных проблемам управления промышленным производством и представленных в работах как отечественных, так и зарубежных ученых. Наибольшую роль в структурно-тематическом построении книги сыграли работы таких известных специалистов в области организации и управления производством, как М. И. Ипатов, В. А. Козловский, Б. И. Кузин, В. А. Летенко, Н. И. Новицкий, С. А. Пелих, М. В. Радиевский, Б. Н. Родионов, Н. С. Сачко, Ю. В. Скворцов, С. А. Соколицын, О. Г. Туровцев, Р. А. Фатхутдинов и др.

Настоящее учебное пособие предназначено для студентов инженерно-технических и экономико-управленческих специальностей вузов. Рассматриваемые в книге темы и вопросы в максимальной степени приближены к структуре учебных курсов «Организация производства на предприятии» и «Производственный менеджмент», однако могут также использоваться при изучении таких учебных дисциплин, как «Внутризаводское планирование», «Организация труда и техническое нормирование» и др.

РАЗДЕЛ I. ОБЩИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

ТЕМА 1. ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА

- Сущность и особенности предприятия как производственной системы.
 - Базовые функции управления производственной деятельностью предприятия.
 - Основные закономерности управления производством.
 - Этапы исторического развития производственного менеджмента.
-

1.1. Сущность и особенности предприятия как производственной системы

Построение систем управления промышленными предприятиями приводит к необходимости их рассмотрения в качестве сложных целеустремленно функционирующих субъектов рынка – производственных систем.

Производственная система – это открытое, целеустремленное, саморегулирующееся, сложное социально-техническое системное образование, представляющее собой целостную совокупность функционально дополняющих друг друга в едином производственном процессе частей.

К числу основных параметров, определяющих сущность и свойства производственных систем, относятся:

- 1) внутренняя целостность;
- 2) структурность;
- 3) единство общей производственной технологии;
- 4) целеустремленность;
- 5) преобразовательный характер функционирования;
- 6) открытость;
- 7) наличие собственного потенциала.

Целостность производственных систем является их важнейшей характеристикой, определяющей принципиальную возможность выступать в качестве самостоятельных субъектов рыночных процессов. Целостность производственной системы находит свое выражение в том, что:

– деятельность предприятия как единой системы демонстрирует эффект синергии, т. е. предприятие как целое обладает такими свойствами и возможностями, которыми не обладают ни отдельные его части (подразделения), ни общая совокупность таких частей, рассматриваемая в качестве простой суммы;

– теснота связей между подразделениями предприятия является намного более интенсивной, чем теснота связей между этими подразделениями и внешней рыночной средой;

– структурные части (подразделения) предприятия возникают только при его общем формировании и не способны функционировать вне взаимодействий с другими такими частями.

Целостность предприятия как производственной системы в первую очередь определяется не внутренними особенностями его подразделений, а характером взаимных связей между ними.

Структурность производственной системы является естественным следствием ее целостности и выражается в наличии между подразделениями такой системы устойчивых связей, регламентирующих характер их взаимодействия и соподчиненности. Отличительная особенность структурности производственных систем в том, что любая такая система может быть одновременно описана с помощью различных структурных признаков: с точки зрения производственной, управленческой, социальной структур и т. д.

Единство общей производственной технологии является главным системообразующим фактором, определяющим возникновение и текущее функционирование производственной системы. Суть этой характеристики заключается в том, что все части (подразделения) производственной системы являются функционально дополнительными по отношению друг к другу, т. е. осуществляя свою деятельность, выполняют отдельные частные функции, которые, интегрируясь между собой, в полной своей совокупности образуют единую технологию деятельности всей системы как целого, т. е. производственную технологию. Специфика функций, выполняемых отдельными частями производственной системы, является основным признаком, позволяющим осуществлять ее структурирование и организовывать процессы управления.

Целеустремленность производственных систем является непосредственным выражением их социальной природы и выражается в том, что осуществляя свою деятельность, такого рода системы:

– стремятся к достижению определенных целей, т. е. функционируют не случайным образом;

– способны изменять характер перспективных задач своей деятельности по мере их достижения или при изменении условий функционирования.

Цели деятельности производственных систем отличаются двумя основными особенностями: множественностью и структурированностью. Множественность целей деятельности производственных систем проявляется в том, что любое предприятие в своем функционировании преследует не одну, а множество различных целей, основными субъектами которых являются:

- 1) собственники имущества;
- 2) работники;
- 3) менеджмент;
- 4) потребители продукции;
- 5) поставщики необходимых ресурсов;
- 6) общество в целом как социальная система более высокого уровня иерархии.

Структурированность целей деятельности производственных систем выражается в том, что все такого рода цели разделены по уровням иерархии, увязаны между собой логическими связями и наделены соответствующими оценками относительной значимости.

Преобразовательный характер функционирования производственных систем является источником возможностей для достижения всех типов целей этих систем. Его суть заключается в том, что в ходе своей деятельности производственные системы осуществляют увеличение уровня полезности потребляемых ресурсов за счет их преобразования в продукцию с большим объемом добавленной стоимости. В результате такого преобразования продукты деятельности производственной системы оцениваются рынком как более значимые для удовлетворения соответствующих общественных потребностей, чем потребленные этой системой ресурсы. Благодаря такой позитивной оценке, выражающейся в факте реализации продукции, предприятие получает возможность присвоить часть созданной им стоимости и за счет этого обеспечить определенную степень достижения комплекса своих целей.

Открытость производственной системы является принципиальным условием ее деятельности и предполагает наличие в этой системе определенных каналов связи с внешней экономической средой. Совокупность таких каналов делится на входные и выходные. Первые служат для получения предприятием необходимых для его деятельно-

сти производственных факторов (ресурсов). Вторые – для передачи на рынок произведенной продукции и для передачи экономическим системам более высокого уровня части вновь созданной стоимости.

Наличие собственного потенциала обеспечивает предприятию как производственной системе возможность функционирования в качестве самостоятельного субъекта рынка. Потенциал предприятия, представляющий собой совокупность присущих ему реальных возможностей осуществления необходимой деятельности, имеет своим первичным источником принадлежащие предприятию ресурсы, однако в процессе своего формирования также опосредуется комплексом внутренних и внешних условий, выражающих формы взаимодействия между элементами предприятия и между самим этим предприятием и средой.

1.2. Базовые функции управления производственной деятельностью предприятия

Реализация процессов управления производственной деятельностью промышленного предприятия предполагает выполнение комплекса взаимосвязанных функций, основными из которых являются следующие:

1. **Производственное планирование** – является первичной функцией каждого управленческого цикла и предполагает разработку комплекса взаимосвязанных планов, регламентирующих выполнение отдельных элементов и стадий общего производственного процесса. Основными объектами производственного планирования на промышленном предприятии являются:

- производственная программа выпуска продукции на предстоящий период;
- величина и динамика производственных мощностей;
- схема распределения общей производственной программы по отдельным временным промежуткам планового периода и отдельным производственным подразделениям предприятия;
- объемы и источники поступления необходимых производственных ресурсов;
- основные оперативно-производственные нормативы (длительность производственных циклов, опережения запуска-выпуска партий предметов труда, ритмы производства, объемы производственных заделов и т. д.).

2. Организация производственного процесса – предполагает установление системы взаимосвязей между отдельными вещественными и интеллектуальными элементами производственного процесса с целью обеспечения его целостности, непрерывности и максимальной эффективности. Основными направлениями эффективной организации производственного процесса на промышленном предприятии являются:

– выработка и принятие оптимальной технологии производства, т. е. установление оптимальных взаимосвязей между предметами и средствами труда, а также между средствами труда и личным фактором производства – людьми, участвующими в осуществлении производственного процесса;

– установление оптимальных производственно-технических отношений, т. е. отношений по поводу совместного труда участников процесса производства, выражающихся в принимаемых формах специализации труда и производственной кооперации;

– установление оптимальных социально-экономических и социально-психологических отношений между членами трудового коллектива, собственниками имущества предприятия и прочими субъектами производственной системы.

3. Контроль и учет хода производства – взаимно интегрированные управленческие функции, ориентированные на выявление фактических параметров хода производственных процессов, фиксацию этих параметров в форме текущей учетной информации и выявление отклонений от заранее составленных производственных планов. Основное назначение функций контроля и учета хода производства состоит в формировании исходной информационной базы для последующего принятия необходимых управленческих решений по корректировке производственного процесса. Для обеспечения эффективности управленческого процесса контрольно-учетные функции должны реализовываться как перед принятием корректирующих управленческих решений (для обеспечения их обоснованности), так и после их практической реализации (для отслеживания полученных результатов и выполнения следующего управленческого цикла). Основными объектами производственного контроля и учета на промышленном предприятии выступают:

- объемные показатели производства и отгрузки продукции;
- временные оперативно-производственные нормативы;
- показатели качества выпускаемой продукции;

– величина и темпы динамики производственных затрат в целом и по отдельным их составляющим.

4. **Регулирование производственного процесса** – функция, предполагающая принятие и реализацию управленческих решений по корректировке производственного процесса с целью приведения его основных параметров к установленным планам или иным нормативным требованиям.

Для обеспечения эффективного протекания производственного процесса все выделенные управленческие функции должны реализовываться согласованно между собой, непрерывно и циклически.

1.3. Основные закономерности управления производством

Управлению производством на промышленных предприятиях присущи определенные закономерности. В числе таких закономерностей в первую очередь выделяется *соответствие организации производства его целям*. Эта закономерность предопределяет методические подходы к формированию организации производства с учетом требований наиболее полного использования ресурсов, усиления творческого характера труда, создания организационных условий для реализации материальной заинтересованности работников в результатах производства, которые отражают основные цели организации. Достижение намеченных целей обеспечивается решением соответствующих этим целям организационных задач. Характер таких задач весьма разнообразен и определяется особенностями объекта организации. Например, важными задачами, которые должны быть решены для реализации целей организации производства на производственном участке, являются: создание необходимых пропорций в производственной мощности участка; установление рационального баланса рабочих мест и исполнителей; согласование времени выполнения операций на всех рабочих местах; распределение трудовых функций между рабочими; формирование оперативных планов и т. п. Другой важной закономерностью является *соответствие форм и методов организации производства характеристикам его материально-технического базиса*. Согласно этой закономерности содержание организации производства определяется особенностями и уровнем развития техники и технологии. Ручной труд, механизированное производство и комплексно-автоматизированный производственный процесс требуют разных подходов к своей организации.

Изменения, происходящие в технических средствах и технологии производства, ведут к переменам в содержании труда и квалификации работающих и как следствие – к изменениям в характере организации производственного процесса.

Соответствие организации производства конкретным производственно-техническим условиям и экономическим требованиям производства также относится к числу важных закономерностей. Характер форм и методов организации производства определяется видом выпускаемой продукции, типом производства, его масштабами и т. п. В зависимости от тех или иных условий в процессе организации производства применяются соответствующие им организационные решения: выбираются вид специализации цехов и участков, способ размещения оборудования, форма организации производственных процессов (поточная, групповая и др.) и т. п. Переход к работе в условиях открытой конкурентной экономики также предъявляет ряд новых требований к организации производства. Организация производства должна быть более *гибкой*, эластичной, способной быстро и с минимальными затратами перестраиваться на выпуск продукции, необходимой потребителю; она в большей степени должна быть ориентирована на повышение качества.

Комплексность организации производства как общая закономерность предполагает необходимость рассмотрения всех производственных процессов, протекающих на предприятии, во взаимной связи как единого интегрированного целого. Таким образом, условие комплексности организации производства распространяется не только на отдельные производственные процессы, но и на производственную систему в целом. На современном предприятии, в условиях комплексной механизации и автоматизации, технические средства производства и производственные процессы все больше интегрируются. Создаются системы машин, автоматически выполняющие не только основные технологические, но и транспортные, складские, контрольные операции. На основе внедрения систем автоматизированного проектирования и автоматизации управления появляются единые системы подготовки производства и изготовления продукции. Интегрируются основные производственные процессы, процессы технического обслуживания и материального обеспечения. Все эти изменения обуславливают комплексный характер проблем организации производства.

Непрерывное улучшение действующей организации производства является важной закономерностью, учет которой в практической дея-

тельности служит неперенным условием поддержания состояния организации на конкурентоспособном уровне. Эта закономерность диктует необходимость перехода от поэтапного к постоянному (текущему) совершенствованию организации производства. В связи с этим в системе управления предприятием появляется новая самостоятельная функция постоянного организационного совершенствования производства. Изменения в существующую организацию производства должны вноситься непрерывно по мере изменений технического базиса производства, характера выпускаемой продукции, состава и квалификации кадров, а также как результат поисков новых, прогрессивных форм и методов организации и управления производством. В современных условиях во все большей мере проявляется закономерность, выражающаяся в *соответствии форм и методов организации производства требованиям повышения содержательности труда работников*, расширения их трудовых функций, обеспечения привлекательности труда. При выборе форм организации труда необходимо учитывать квалификационный и культурный уровень работающих, заботиться о том, чтобы труд приносил работнику удовлетворенность, стимулировать творческую активность и рационализаторскую деятельность участников производства. При организации производственного процесса следует учитывать особенности деятельности предприятия в условиях рынка и ориентироваться на стабилизацию занятости работников предприятия. Трудящийся должен быть уверен, что высокая производительность его личного труда и эффективная работа предприятия обеспечат ему гарантию занятости.

Взаимное соответствие структуры системы управления и характеристик организации производства, являясь одной из закономерностей организации, обуславливает необходимость постоянной работы по поддержанию этого соответствия. Производственная структура объединений и предприятий, методы организации производственных процессов находятся в постоянном движении. В большинстве случаев эти изменения требуют перемен в системе управления, в ее структуре.

Важной закономерностью организации производства также является обеспечение *участия персонала в работе по построению и оптимизации производственного процесса*. Практические шаги в этом направлении реализуются на основе введения соответствующих форм отношений собственности, бригадных методов работы, коллективных методов повышения качества.

1.4. Этапы исторического развития производственного менеджмента

Традиционный взгляд на управление производством начал формироваться в XVIII в., когда Адам Смит рассмотрел экономические преимущества специализации труда (1776). Специализация означала разделение производственного процесса на ряд мелких операций, каждая из которых выполнялась отдельными рабочими, что повышало производительность труда и уровень квалификационных навыков рабочих. В 1798 г. Э. Уитни разработал принцип взаимозаменяемости деталей на сборочных операциях и довел его до промышленного применения в производстве огнестрельного оружия. Вскоре данный принцип был использован при изготовлении и других видов продукции, что дало мощный толчок к развитию промышленного производства.

В 1878 г. Ф. Тейлор подверг пересмотру существовавшую на тот момент практику в области управления производством за счет привнесения в нее двух новых идей. Первая из таких идей состояла в необходимости активного использования в управлении производством аналитических методов трудового нормирования, которые позволяли разделить производственный процесс на мельчайшие операции и подобрать для каждой из них наиболее рациональный способ выполнения. Вторая идея заключалась в необходимости выделения и систематизации ключевых функций управления производством. Ф. Тейлор полагал, что управление производством должно отвечать за планирование производственного процесса, отбор и обучение рабочих, определение эффективного способа выполнения отдельных производственных операций, достижение сотрудничества между руководством и рабочими и разграничение деятельности по управлению производством и чисто производственной деятельности. Работы Ф. Тейлора сформировали так называемую научную школу управления производством.

В 1916 г. сотрудник Ф. Тейлора Г. Гант развил еще один подход к управлению производством. Рассматривая технологический процесс как комбинацию отдельных операций, Гант выделил основные способы упорядочения таких операций во времени и предложил один из классических инструментов производственного планирования – временной производственный график (график Ганта). Помимо этого Гант выдвинул собственные теории организации производства и поощрительных систем оплаты труда.

В 1910-е гг. впервые возник и получил распространение термин «производственный менеджмент», который отражал совокупность

научных подходов к управлению производством, сводившихся к построению и текущей координации отдельных детерминированных производственных процессов. В 1913 г. Г. Форд и позднее Ч. Соренсон объединили идеи взаимозаменяемости деталей, аналитического производственного нормирования и поточного принципа выполнения операций (применявшегося до этого при сортировке почты, упаковке продуктов и т. д.) и на основе этого разработали первые сборочные линии. Применение таких линий в машиностроении (в частности, на заводах Г. Форда) позволили радикальным образом повысить уровень производительности труда, сократить длительность цикла изготовления продукции и синхронизировать выполнение большого числа взаимосвязанных производственных операций.

В 1922 г. последователи Ф. Тейлора Ф. Гилберт и Л. Гилберт на основе изучения трудовых движений рабочих сумели расчленить технологические операции таким образом, что выделенные компоненты операций не зависели от содержания работы. Это позволило проектировать практически любые производственные процессы из стандартных трудовых компонентов и существенно обогатило основы научной организации труда. Помимо этого Ф. Гилберт и Л. Гилберт особое внимание уделили изучению психологических факторов трудового процесса и проблемам утомляемости рабочих. Благодаря таким исследованиям были созданы основы нового направления в производственном менеджменте – производственной психологии.

В 1924 г. У. Шухарт использовал методы статистики в целях контроля качества и заложил основы статистических выборок образцов продукции и статистического контроля качества технологических процессов. Благодаря этому требования к технологии изготовления, обусловленные допусками спецификациями, можно было проанализировать с точки зрения затрат и результатов. Труды У. Шухарта также выявили необходимость рассмотрения производства как целостной системы. С течением времени стало очевидным, что такие факторы, как конструкция изделия, материалы, оборудование, квалификация рабочих, отношение к работе со стороны служащих, текущая рабочая сила и условия труда неразрывно связаны с требованиями потребителей в отношении качества продукции и цен на нее, а также с финансовыми вопросами. Одним из тех, кто обратил внимание на системную природу производственной деятельности, был У. Деминг (1950). Он первым заложил основы системного подхода в управлении качеством и выделил ключевые принципы такого управления.

К середине XX в. произошли существенные изменения в естественных науках (физике, математике), которые повлияли и на развитие производственного менеджмента. Широкое распространение в управлении производством получили теория вероятностей и математическая статистика. Сформировалось представление о наличии риска и неопределенности и понимание того, какую важную роль данные параметры должны играть в производственном планировании. Производственный менеджмент стал активно обогащаться методами других научных дисциплин (математики, кибернетики, эконометрики и др.), которые привнесли в управление производством математическое моделирование, теорию принятия решений, линейное программирование, теорию массового обслуживания, теорию информации, сетевое планирование и т. п. Большинство из вышеперечисленных научных направлений получило развитие и применение благодаря появлению и совершенствованию электронных вычислительных машин, способных оперировать с большими объемами информации, необходимой для решения производственных задач. Первый прототип вычислительной машины был сконструирован Ч. Бебиджем в 1832 г. Первый цифровой компьютер был создан Д. Атанасовым в 1938 г. Эти и последующие достижения в области компьютеризации обеспечили производственный менеджмент возможностями решения таких проблем, которые ранее не могли рассматриваться. С компьютеризацией связано развитие систем управления запасами, систем планирования материальных ресурсов (системы класса MRP), систем компьютерного проектирования (CAD-системы), экспертных систем принятия решений, гибких производственных систем (FMS-системы) и т. д. В 1985 г. была осуществлена разработка универсального протокола (стандарта) производственной автоматизации (MAP-протокол), что дало возможность упорядочить использование средств компьютеризации для управления производством и обеспечить развитие автоматизированных и роботизированных производственных систем вплоть до создания интегрированных компьютерных производств (СІМ-производства).

Параллельно с развитием автоматизированных производств с середины XX в. начало активно развиваться еще одно направление производственного менеджмента, связанное с появлением «вытягивающих» систем производственного планирования и реализацией принципа «точно вовремя» (JIT). Первые системы управления производством, основанные на принципе «точно вовремя», начали использоваться в 1950-х гг. на японских предприятиях и благодаря своей

простоте и высокой экономической эффективности получили признание во всем мире. Основным направлением современного этапа развития производственного менеджмента является распространение так называемого менеджмента цепи поставок (системы управления класса SCM). Это направление основывается на интернировании созданных ранее MRP-технологий, «вытягивающих» систем производственного планирования и методов производственной логистики. Применение управленческих систем класса SCM позволяет уплотнить движение материальных производственных потоков и уменьшать затраты в различных звеньях производства. Основные вехи развития производственного менеджмента систематизировано отражены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Основные вехи развития производственного менеджмента

Год	События	Авторы
1776	Разработка учения о разделении труда	А. Смит
1798	Реализация принципа взаимозаменяемости деталей	Э. Уитни
1878	Появление школы научного управления	Ф. Тейлор
1916	Разработка графиков Ганта	Г. Гант
1922	Изучение трудовых движений. Развитие научной организации труда и производственной психологии	Ф. Гилберт, Л. Гилберт
1913	Создание синхронизированных сборочных линий	Г. Форд
1924–1950	Создание систем контроля качества	У. Шухарт, У. Деминг
1938	Создание цифрового компьютера	Дж. Атанасов
1950	Разработка и применение принципа «точно вовремя» (JIT)	Многие авторы
1957	Разработка сетевых методов планирования и метода критического пути (CPM)	То же
1960	Разработка систем планирования потребности в материалах (MRP)	–"–
1980	Разработка систем компьютерного проектирования (CAD)	–"–
1981	Создание гибких производственных систем (FMS)	–"–
1985	Разработка стандарта производственной автоматизации (MAP)	–"–
1987	Создание интегрированных компьютерных производств (CIM)	–"–
1995	Развитие менеджмента цепи поставок (SCM)	–"–

ТЕМА 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

- Понятие и структура производственного процесса.
 - Основные принципы построения производственных процессов.
 - Основные типы производства и их технико-экономические характеристики.
-

2.1. Понятие и структура производственного процесса

По своей сути *производственный процесс* представляет собой совокупность логически связанных действий и операций, в результате выполнения которых происходит преобразование исходных производственных ресурсов в готовую продукцию.

С экономической точки зрения производственный процесс представляет собой процесс целенаправленного воздействия средств труда на предметы труда с целью формирования новой добавленной стоимости. Поскольку базовым элементом производственного процесса является живой труд, интегрирующий вещественные факторы производства, то любой производственный процесс в первую очередь является трудовым процессом.

Структура производственного процесса имеет следующее логическое деление (рис. 2.1).

Общий производственный процесс складывается из набора частных производственных процессов, которые имеют три разновидности:

- 1) основные производственные процессы;
- 2) вспомогательные производственные процессы;
- 3) обслуживающие производственные процессы.

К *основным* относится та часть производственных процессов, в результате выполнения которых происходит непосредственное изменение формы, размеров, внутренней структуры и свойств исходного сырья и материалов и их превращение в готовую продукцию. Например, на машиностроительных предприятиях такими процессами являются процессы изготовления деталей и сборки из них подузлов, узлов и готовых изделий.

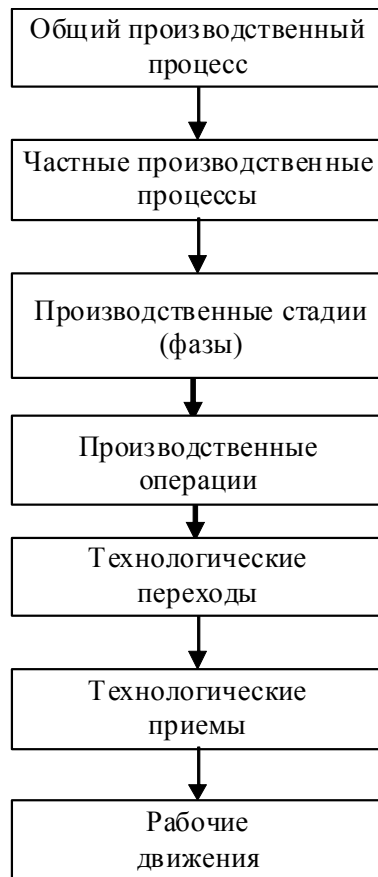


Рис. 2.1. Логическая структура производственного процесса

Вспомогательные производственные процессы – это процессы изготовления таких продуктов труда, которые не являются профильной продукцией предприятия, а используются при выполнении основных производственных процессов. Типовыми разновидностями вспомогательных процессов являются процесс изготовления инструмента и технологической оснастки, запасных частей для ремонта оборудования, средств механизации, а также производства различных видов энергоносителей. Помимо этого к вспомогательным производственным процессам также относится процесс производства побочной продукции.

Обслуживающие производственные процессы – это процессы по оказанию производственных услуг, которые не имеют своего материального выражения, однако необходимы для нормального протекания основных и вспомогательных процессов. Типовыми разновидностями обслуживающих процессов являются внутризаводская транспортировка, складские операции, операции по ремонту и техническому обслуживанию оборудования и т. д.

Развитие частных производственных процессов в современной промышленности имеет две основные тенденции. Первая из них состоит во все более тесной интеграции вспомогательных и обслуживающих процессов с основными и превращает обслуживающие процессы в главный механизм, регламентирующий ход основного производства. Наиболее четко данная тенденция проявляется в условиях автоматизированного производства, а также в производствах, построенных по принципу «точно вовремя». Вторая тенденция заключается в усилении внешних кооперационных связей промышленного предприятия и использовании механизмов *аутсорсинга*, предполагающего передачу части основных и вспомогательных производственных процессов сторонним организациям, обеспечивающим более эффективное выполнение отдельных элементов производственного процесса.

Основной и вспомогательный производственный процесс формируются на основе отдельных стадий. ***Стадия (фаза) производственного процесса*** – это такая относительно обособленная его часть, в результате выполнения которой предметы труда переходят в качественно новое состояние (исходное сырье трансформируется в заготовки, заготовки превращаются в детали, из деталей получается конечное изделие).

Выделение стадий производственного процесса определяется отраслевыми особенностями и производственной специализацией предприятия.

Наиболее развернуто стадии производственного процесса представлены в машиностроении, где выделяются заготовительная, обрабатывающая, сборочная и регулировочно-настроечная стадии.

Заготовительная стадия является первичной фазой производственного процесса и ориентирована на превращение исходного сырья и материалов в заготовки для будущих деталей.

Основной тенденцией развития производства в данной его фазе является максимальное приближение конструктивных особенностей заготовок к аналогичным параметрам конечных деталей, а также снижение энергоемкости производственного процесса.

Обрабатывающая стадия производственного процесса связана с приданием исходным заготовкам таких конструкторских и технологических характеристик (размера, прочности, точности и т. п.), которые соответствуют параметрам готовой детали.

Основными направлениями развития производства в обрабатывающей стадии являются сокращение длительности производственного цикла, а также повышение точности технологического процесса.

В рамках *сборочной стадии* производственного процесса на основе взаимной интеграции (сборки) ранее изготовленных деталей komponуются отдельные сборочные единицы (узлы) и конечные изделия. Предметом труда здесь выступают как детали собственного изготовления, так и комплектующие, полученные по внешней кооперации. Для сборочных процессов характерна значительная доля ручного труда, в связи с чем основным направлением совершенствования производства в данной его фазе является комплексная механизация и автоматизация.

В рамках *регулирующе-настроечной стадии* полностью обработанному и собранному изделию придают окончательные эксплуатационные характеристики. Основными тенденциями развития данной стадии производства являются ее автоматизация, а также совмещение регулировочных операций со сборочными.

Структурными элементами стадий производственного процесса являются отдельные операции. **Операция** представляет собой обособленную однородную часть производственного процесса, которая выполняется на одном рабочем месте без его переналадки одним рабочим или бригадой.

По своей *роли в производственном процессе* операции делятся на основные и вспомогательные; по *степени влияния на предмет труда* – на технологические и нетехнологические; по *степени своей технической оснащенности* – на ручные, частично и комплексно механизированные, частично и комплексно автоматизированные.

Деление производственного процесса на операции и далее на переходы, приемы и рабочие движения является исходной предпосылкой производственного нормирования.

2.2. Основные принципы построения производственных процессов

Рациональное построение производственного процесса во времени и пространстве предполагает использование таких методов управления производством, которые обеспечивали бы минимизацию производственной себестоимости изготавливаемой продукции. Состав таких методов может существенно различаться в зависимости от отраслевой принадлежности предприятия, масштабов его деятельности, используемых форм специализации подразделений и других фак-

торов. Вместе с тем существует ряд базовых принципов, выполнение которых обеспечивает условия для эффективного протекания производственного процесса вне зависимости от его индивидуальной специфики. Основными из таких принципов являются:

- 1) принцип дифференциации и специализации;
- 2) принцип концентрации и интеграции;
- 3) принцип пропорциональности;
- 4) принцип прямоточности;
- 5) принцип непрерывности;
- 6) принцип параллельности;
- 7) принцип ритмичности;
- 8) принцип автоматичности;
- 9) принцип стандартизации;
- 10) принцип гибкости.

Выполнение *принципа дифференциации и специализации* требует такой организации производственного процесса, при котором он делится на отдельные, относительно однородные составляющие, и каждая из таких составляющих закрепляется за отдельным специализированным подразделением или отдельным рабочим местом. Дифференциация производственного процесса позволяет подобрать наиболее оптимальные условия для выполнения каждой их части, а специализация производственных единиц предприятия обеспечивает рост отдачи первичных производственных ресурсов. Вместе с тем чрезмерно высокая дифференциация и специализация производства повышает монотонность труда, увеличивает расходы по обслуживанию производственного процесса и усложняет механизм управления производством. В связи с этим принцип дифференциации и специализации всегда находится в определенном балансе с *принципом концентрации и интеграции*, который предполагает увеличение гибкости производства за счет закрепления нескольких различных операций за каждым работником и взаимное объединение основных и вспомогательных производственных операций.

Учет *принципа пропорциональности* при построении производственного процесса требует выравнивания пропускной способности всех подразделений, объединенных в единую технологическую цепочку. Нарушение данного принципа приводит, с одной стороны, к появлению «узких мест» в производственной цепи, а с другой – к неполной загрузке подразделений с избыточными мощностями, которые, в свою очередь, снижают уровень отдачи производственных ресурсов. Традиционным инструментом оценки пропорциональности производствен-

ной цепочки является расчет коэффициентов загрузки производственных мощностей, которые в условиях многономенклатурного гибкого производства должны выполняться в трудовых измерителях.

Выполнение *принципа прямоточности* предусматривает такое построение производственного процесса в пространстве, при котором обеспечивается наиболее короткий маршрут движения предметов труда в процессе их обработки, по возможности исключаются возвратные движения и запутанные производственные схемы. Повышение прямоточности производственного процесса позволяет более рационально использовать производственные площади, уменьшить время внутривозвратной транспортировки предметов труда (сокращая тем самым длительность производственного цикла) и упрощает оперативное управление ходом производства. Основными инструментами обеспечения прямоточности являются оптимизация генерального плана предприятия (на межцеховом уровне) и применение прогрессивных схем размещения технологического оборудования (на внутрицеховом уровне).

Выполнение *принципа непрерывности* предполагает, что загрузка отдельных рабочих мест должна быть по возможности непрерывной от начала смены и до ее окончания. Повышение степени непрерывности увеличивает производительность труда производственных рабочих, отдачу закрепленных за ними единиц оборудования, а также сокращает расходы на ремонт и текущее техобслуживание. Основными направлениями обеспечения непрерывности являются балансировка производственных мощностей и оптимизация производственного процесса во времени.

В соответствии с *принципом параллельности* отдельные элементы производственного процесса должны, по возможности, не следовать друг за другом, а выполняться одновременно. Благодаря этому сокращается длительность производственного цикла, повышается степень гибкости производства и сокращается объем оборотных средств, связанных в незавершенном производстве.

В соответствии с *принципом ритмичности* производственный процесс следует по возможности строить таким образом, чтобы отдельные его элементы повторялись через равные промежутки времени. Появление у производственного процесса определенного ритма позволяет повысить производительность труда рабочих за счет эффектов обучения, упрощает процесс разработки оперативно-производственных заданий и процесс оперативного управления ходом про-

изводства. Ритмичность производственного процесса может быть обеспечена только в серийном и массовом производстве, причем если в первом случае ритм может быть установлен как для отдельных изделий, так и для их партий, то в массовом производстве ритм рассчитывается только по отдельным единицам продукции.

Принцип автоматичности предполагает целенаправленное последовательное высвобождение производственных рабочих из непосредственного производственного процесса и замену их труда по управлению технологическим оборудованием работой искусственно управляемых систем. Повышение уровня автоматизации производства позволяет увеличить интеллектуальную насыщенность труда рабочих, повышает уровень точности выполнения технологических операций, а также позволяет полностью высвободить человека из тех участков производства, для которых характерны опасные или вредные условия труда. Важное значение также имеет автоматизация обслуживающих процессов, в частности, транспортных, контрольных и складских. В комплексно-автоматизированных производственных системах автоматизация таких операций позволяет не только сократить их трудоемкость, но и обеспечить ритмичность основного производственного процесса. Основной проблемой повышения автоматизации производства является определенное сокращение его гибкости, которое связано с ограниченными возможностями АСУ по адаптации к изменяющимся производственным условиям, поэтому наибольшую распространенность автоматизация получает на предприятиях со стабильным производственным процессом.

Оценка уровня автоматизации может осуществляться как по всему предприятию, так и по отдельным его подразделениям с помощью следующих основных показателей:

$$y_a^{\text{пр}} = \frac{V_{\text{пр}}^a}{V_{\text{пр}}^{\text{общ}}}; \quad (2.1)$$

$$y_a^{\text{об}} = \frac{N_{\text{об}}^a}{N_{\text{об}}^{\text{общ}}}; \quad (2.2)$$

$$y_a^{\text{раб}} = \frac{q_{\text{раб}}^a}{q_{\text{раб}}^{\text{общ}}}; \quad (2.3)$$

$$y_a^{\text{тр}} = \frac{T^a}{T^{\text{общ}}}, \quad (2.4)$$

где $Y_a^{\text{пр}}$ – оценка уровня автоматизации производства по продукции;
 $Y_a^{\text{об}}$ – оценка уровня автоматизации производства по оборудованию;
 $Y_a^{\text{раб}}$ – оценка уровня автоматизации производства по персоналу;
 $Y_a^{\text{тр}}$ – оценка уровня автоматизации производства по трудоемкости;
 $V_{\text{пр}}^a$ – объем продукции, выпущенной с использованием автоматизированного оборудования; $V_{\text{пр}}^{\text{общ}}$ – общий объем произведенной продукции; $N_{\text{об}}^a$ – количество автоматизированных единиц оборудования; $N_{\text{об}}^{\text{общ}}$ – общее количество единиц оборудования; $Ч_{\text{раб}}^a$ – численность работников, обслуживающих автоматизированное оборудование; $Ч_{\text{раб}}^{\text{общ}}$ – общая численность работников; T^a – суммарная трудоемкость производственных операций, выполняемых автоматически; $T^{\text{общ}}$ – общая трудоемкость всех производственных операций.

В соответствии с *принципом стандартизации* в производственном процессе необходимо в максимально возможной степени использовать такие материалы, комплектующие, инструменты и технологическую оснастку, которые имеют фиксированные технические характеристики и соответствуют определенным нормативным документам (стандарты, технические условия, требования и т. д.). Повышение уровня стандартизации позволяет, с одной стороны, избежать излишнего многообразия элементов производства (повысив тем самым его гибкость), а с другой – создает условия, позволяющие гарантировать определенные качественные характеристики конечной продукции.

В соответствии с *принципом гибкости* производственный процесс необходимо строить таким образом, чтобы обеспечить возможность его быстрой и минимально трудоемкой перестройки под изменяющиеся условия. Базовыми направлениями обеспечения гибкости являются гибкость по номенклатуре продукции, гибкость по объемам выпуска, структурная гибкость и технологическая гибкость. Основными инструментами обеспечения гибкости производства являются модульный принцип его построения, использование универсального технического оборудования и рабочих с широкой квалификацией.

2.3. Основные типы производства и их технико-экономические характеристики

Выбор оптимальных методов построения производственного процесса во времени и пространстве в первую очередь определяется типом соответствующего производства.

Тип производства представляет собой организационно-техническую характеристику производственной системы, выражающую ее индивидуальные особенности в форме таких признаков, как:

- 1) широта номенклатуры выпускаемой продукции;
- 2) объемы выпуска однотипных изделий;
- 3) частота изменения номенклатуры продукции;
- 4) характер специализации рабочих мест и производственных подразделений;
- 5) преобладающий тип технологического оборудования;
- 6) преобладающий способ построения производственного процесса во времени.

В зависимости от сочетания указанных признаков принято различать три типа производственных процессов или три типа производства: единичное, серийное и массовое (рис. 2.2).

Для количественного разделения типов производства используется ряд аналитических показателей, основными из которых являются коэффициент специализации рабочих мест, коэффициент серийности, коэффициент массовости.

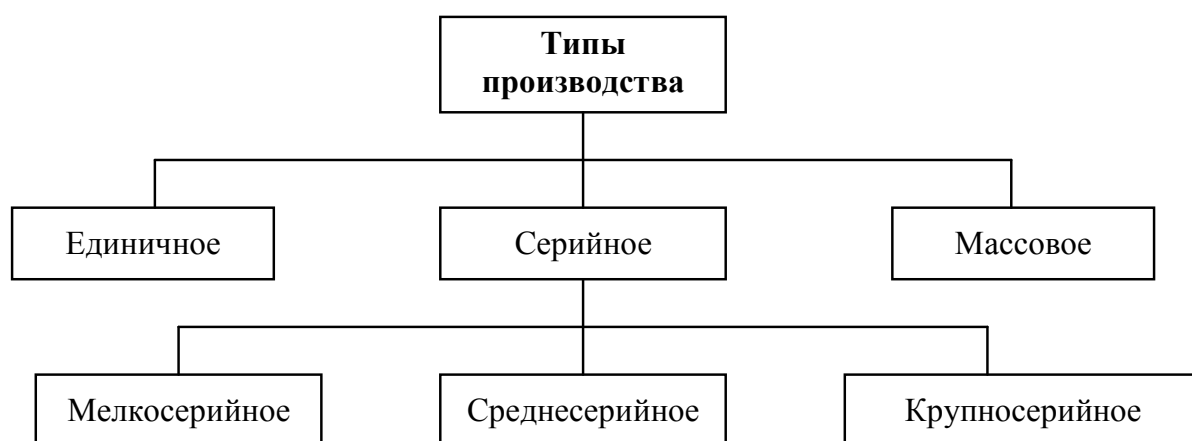


Рис. 2.2. Классификационная схема типов производства

Коэффициент специализации рабочих мест определяется по формуле

$$K_{\text{сп}} = \frac{m_{\text{до}}}{C_{\text{р.м}}}, \quad (2.5)$$

где $m_{\text{до}}$ – количество деталиеопераций по технологическому процессу, выполняемых в данном подразделении (в цехе, на участке); $C_{\text{р.м}}$ – число рабочих мест (единиц оборудования) в данном подразделении.

Коэффициент серийности:

$$K_{\text{сер}} = \frac{r}{t_{\text{шт}}^{\text{ср}}}, \quad (2.6)$$

где r – такт выпуска изделий, мин/шт.; $t_{\text{шт}}^{\text{ср}}$ – среднее штучное время по операциям технологического процесса, мин.

$$r = \frac{F_{\text{эф}}}{N_{\text{в}}}, \quad (2.7)$$

где $F_{\text{эф}}$ – эффективный фонд времени работы за период, мин; $N_{\text{в}}$ – объем выпуска продукции за период, шт.

$$t_{\text{шт}}^{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{\text{шт}_i}}{m}, \quad (2.8)$$

где m – число операций технологического процесса; $t_{\text{шт}_i}$ – штучное время выполнения i -й операции, мин.

Коэффициент массовости определяется по формуле

$$K_{\text{м}} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{\text{шт}_i}}{m \cdot r}. \quad (2.9)$$

Единое производство характеризуется выпуском малых объемов продукции широкой номенклатуры, повторение которого в годовой производственной программе, как правило, не предусматривается. Это делает невозможным постоянное закрепление детальных операций за отдельными рабочими местами, в результате чего рабочие места имеют весьма широкую специализацию, ограничиваясь

только технологическими критериями и габаритами обрабатываемых изделий. Коэффициент специализации рабочих мест, как правило, больше 40. В производстве данного типа преобладает универсальное технологическое оборудование и используются рабочие широкой квалификации. Основной способ сочетания операций – последовательный. Участки и цеха специализируются по технологическому принципу. Предприятия единичного производства обычно невелики по масштабу и отличаются максимальной гибкостью.

Серийное производство специализируется на изготовлении ограниченной номенклатуры изделий сравнительно небольшими объемами и повторяющимися через определенное время партиями (сериями). В зависимости от числа закрепляемых за каждым рабочим местом операций, регулярности повторения партий изделий и их размера различаются три подтипа (вида) серийного производства: мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное.

Мелкосерийное производство по большинству своих параметров близко к единичному, однако отличается от последнего тем, что предполагает повторение выпуска партии однотипных изделий через определенные промежутки времени. Размер таких партий, а также периодичность их чередования, весьма неустойчивы. Коэффициент специализации рабочих мест колеблется в пределах от 40 до 20. Коэффициент серийности больше 10. Коэффициент массовости меньше 0,05. Принципы специализации подразделений, типы оборудования и способы построения производственного процесса те же, что и в единичном производстве.

Среднесерийное производство характеризуется ритмичным выпуском достаточно крупных партий однотипных изделий, размеры которых и ритм чередования изменяются незначительно. Рабочие места специализируются по различным признакам (в зависимости от стадий производственного процесса). Коэффициент специализации рабочих мест колеблется в пределах от 20 до 10, коэффициент серийности – в интервале от 20 до 10, коэффициент массовости – в пределах от 0,05 до 0,1. Основной способ сочетания операций – последовательно-параллельный. Заготовительные подразделения в таком производстве специализированы по технологическому признаку, а в механосборочных цехах обычно создаются предметно-замкнутые участки. Номенклатура выпуска продукции в целом за год является более широкой, чем номенклатура для каждого отдельного месяца.

В *крупносерийном производстве* номенклатура выпуска изделий относительно невелика, постоянные объемы выпуска однотипной продукции значительны и обеспечиваются устойчивым ритмом чередования партий. Отдельные виды продукции изготавливаются непрерывно. Годовая номенклатура выпуска близка к номенклатуре по отдельным месяцам. Коэффициент специализации рабочих мест колеблется в интервале от 10 до 1, коэффициент серийности – в интервале от 10 до 2, коэффициент массовости – от 0,1 до 0,5. Преимущественно используется специальное технологическое оборудование. Основной способ сочетания операций – параллельный. Заготовительные цеха в таком производстве специализированы по технологическому признаку, а обрабатывающие и сборочные – по предметному.

Массовое производство отличается стабильным, непрерывным выпуском больших объемов однотипной продукции узкой номенклатуры. Номенклатура выпуска в целом за год и по отдельным месяцам совпадает. Рабочие места имеют узкую специализацию. Коэффициент специализации рабочих мест – меньше либо равен 1. Коэффициент серийности и коэффициент массовости стремятся к 1, используются специальное оборудование и технологическая оснастка. Все подразделения имеют предметную специализацию. Доминирующим является параллельный способ сочетания операций. В производстве данного типа широко распространена комплексная автоматизация и поточный метод производства.

По мере движения от единичного производства к серийному и далее к массовому уровень отдачи основных производственных ресурсов, как правило, повышается. Основными факторами такого роста выступают:

- 1) расширение использования высокопроизводительного специализированного оборудования и оснастки;
- 2) повышение специальных квалификационных навыков рабочих на выполнение отдельных операций;
- 3) использование более интенсивных технологий производства;
- 4) более тщательное выполнение конструкторской и технологической подготовки производства;
- 5) расширение использования средств автоматизации.

Вместе с тем повышение уровня серийности производства обычно ведет к снижению его гибкости и повышению монотонности труда.

ТЕМА 3. АУТСОРСИНГ КАК ФОРМА ПОСТРОЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

- Сущность, значение и основные формы аутсорсинга.
 - Общий алгоритм реализации проектов аутсорсинга. Стратегическое обоснование аутсорсинговых решений.
 - Экономическое обоснование аутсорсинговых решений.
 - Структура и порядок разработки аутсорсинговых контрактов.
 - Текущее управление проектами аутсорсинга.
-

3.1. Сущность, значение и основные формы аутсорсинга

Одной из ключевых тенденций развития современного промышленного производства является активная реализация предприятиями проектов аутсорсинга своей деятельности.

В общем случае под *аутсорсингом* понимается такой способ деятельности, при котором выполнение отдельных функций (производственных, сервисных, финансовых, управленческих и др.) или видов деятельности предприятия на основе долгосрочного соглашения передается внешним организациям, располагающим необходимыми ресурсами и специализирующимся в соответствующей сфере.

Исходными *предпосылками* развития аутсорсинга являются усиление уровня рыночной конкуренции между производителями и качественное изменение условий получения конкурентных преимуществ, при котором одновременно важными становятся и преобразовательная эффективность предприятия-товаропроизводителя (т. е. его способность минимизировать издержки за счет специализации производства) и его адаптивность. При традиционных формах организации производственных процессов, предполагающих сохранение контроля со стороны предприятия над всей производственной цепочкой, одновременное выполнение двух указанных требований во многих случаях оказывается невозможным, поскольку рост уровня специализации производственной системы приводит к сокращению ее гибкости. В таких условиях естественным способом поддержания конкурентоспособности предприятий-товаропроизводителей является разделение элементов производственной цепи между несколькими независимыми специализированными организациями и их интеграция в общую гибкую производственную сеть. В результате такой аутсорсинговой ре-

организации цепочка создания стоимости выстраивается таким образом, что каждое ее звено оказывается обеспеченным ключевыми компетенциями, формирующими в итоге конкурентоспособность конечного продукта. Цели аутсорсинга принято делить на стратегические и оперативные.

Базовой *стратегической целью* является последовательная концентрация предприятия на основных элементах его деятельности, являющихся стратегически значимыми и обеспеченными такими ключевыми компетенциями, которые выгодно отличают предприятие от его конкурентов.

Основная *оперативная цель* аутсорсинга заключается в сокращении уровня издержек производства конечного продукта за счет специализации участников цепочки создания стоимости.

Аутсорсинг в современной промышленности имеет множество различных форм, классифицировать которые принято по следующим базовым признакам:

По *объектам (сферам) применения* принято выделять:

- 1) аутсорсинг производственной деятельности;
- 2) аутсорсинг НИОКР;
- 3) аутсорсинг информационных технологий (IT-аутсорсинг);
- 4) аутсорсинг функций управления;
- 5) аутсорсинг финансовых операций;
- 6) аутсорсинг корпоративного обучения;
- 7) аутсорсинг логистических функций;
- 8) аутсорсинг маркетинговых операций;
- 9) аутсорсинг человеческих ресурсов;
- 10) аутсорсинг работ по безопасности и охране окружающей среды.

По *месту в общем производственном процессе* выделяются:

- 1) аутсорсинг основного производства;
- 2) аутсорсинг вспомогательного производства и производственных услуг.

Аутсорсинг основного производства (субконтрактация) – это стратегическое решение, предполагающее передачу части непосредственных производственных операций по изготовлению конечного продукта сторонним организациям (субконтракторам). В современной промышленности субконтрактация является основой совместной работы малых, средних и крупных промышленных предприятий, позволяющей оптимизировать загрузку их производственных мощностей и повысить эффективность использования ресурсов.

Аутсорсинг вспомогательного производства может иметь как самостоятельный характер, так и может быть подчиненным проектам субконтрактации. При этом эффект от передачи вспомогательных и обслуживающих операций сторонним организациям проявляется по двум направлениям:

1) появляется возможность сократить число внутренних подразделений предприятия и повысить гибкость производства за счет упрощения производственной структуры и системы управления;

2) обеспечивается возможность высвободить дополнительные ресурсы и использовать их для развития ключевых компетенций предприятия в его основной деятельности.

Целесообразность привлечения сторонних организаций к выполнению работ по обслуживанию основного производства предприятия определяется следующими предпосылками:

– специализированные внешние фирмы испытывают конкурентное давление, что стимулирует их работать более эффективно, чем внутренние обслуживающие подразделения предприятия;

– специализированные внешние фирмы работают с несколькими различными клиентами, что позволяет им быстрее накапливать опыт и ноу-хау, чем внутренним подразделениям предприятия;

– для специализированных внешних фирм деятельность по обслуживанию производства является основной (в отличие от внутренних обслуживающих подразделений) и ей уделяется больше внимания.

По *форме организации совместной деятельности* аутсорсинг принято подразделять на внутренний и внешний.

Внутренний аутсорсинг представляет собой процесс перераспределения функций внутри бизнес-системы с целью сохранения контроля над качеством их выполнения. Типовыми разновидностями внутреннего аутсорсинга являются создание дочерних фирм для специализированного обслуживания головного предприятия, а также создание совместных предприятий со сторонними организациями-аутсорсерами. Использование внутреннего аутсорсинга считается целесообразным в тех случаях, когда сохранение контроля над деятельностью аутсорсера оказывается единственной гарантией качества его услуг.

Внешний аутсорсинг – это форма совместной деятельности нескольких организаций, при которой выполнение определенных функций передается внешнему исполнителю без установления непосредственного контроля над его деятельностью. Использование внешнего аутсорсинга обеспечивает предприятиям возможность получения следующих основных эффектов:

- снижение производственных затрат за счет специализации аутсорсера, использования им более дешевых ресурсов (например, рабочей силы) или эффектов масштабов его деятельности;
- получение услуг более высокого качества, обеспечиваемого специализацией аутсорсера;
- повышение рыночного имиджа предприятия при использовании услуг известного поставщика.

Соотношение внутреннего и внешнего аутсорсинга и их относительная эффективность в первую очередь определяется степенью развитости рынка аутсорсинговых услуг и общим уровнем качества работы организаций-аутсорсеров.

В зависимости от *степени разделения ответственности и рисков* между партнерами выделяют частичный и полный аутсорсинг.

Частичный аутсорсинг предполагает передачу отдельных функций или части бизнес-процессов сторонним организациям при сохранении таких функций или бизнес-процессов в деятельности основного предприятия. Данная форма аутсорсинга применяется для более эффективного решения отдельных частных производственных задач за счет совместного использования предприятием внутренних и внешних ресурсов. При этом состав подразделений предприятия не изменяется и службы, ранее выполнявшие частично переданные функции, продолжают свою деятельность.

Полный аутсорсинг основан на передаче отдельных функций целиком с возложением на аутсорсера полной ответственности за их выполнение. Целями таких проектов аутсорсинга могут выступать сокращение числа иерархических уровней управления предприятием, упрощение внутренних процессов планирования и контроля, существенное повышение гибкости производственной системы.

3.2. Общий алгоритм реализации проектов аутсорсинга.

Стратегическое обоснование аутсорсинговых решений

Процессы аутсорсинга реализуются в рамках отдельных *аутсорсинг-проектов*, имеющих следующие характерные признаки:

1. Каждый аутсорсинг-проект представляет собой индивидуальное решение, закрепляемое в специальном контракте между сторонами.
2. Аутсорсинг-проекты являются долгосрочными мероприятиями, в рамках которых передача отдельных функций или бизнес-процессов организациям-аутсорсерам осуществляется постоянно или на длительный срок.

3. Поскольку проекты аутсорсинга реализуются с целью более полного соответствия конечного продукта требованиям рынка, то соглашения об аутсорсинге всегда четко оговаривают, какие правовые и экономические обязательства в отношении потребителей или других партнеров имеют обе стороны.

Выполнение процедур аутсорсинга включает в себя три укрупненных этапа (стратегическое обоснование, экономическое обоснование, инициирование и текущая координация), конкретное содержание и продолжительность которых для отдельных организаций может различаться в зависимости от сочетания таких факторов, как:

- структура целей организации и общая конфигурация его конкурентной стратегии;
- стадия жизненного цикла отрасли;
- развитость рынка аутсорсинговых услуг;
- принятый стиль руководства организацией и предпочтения ее менеджмента.

Общий алгоритм реализации аутсорсинговых проектов представлен на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Общий алгоритм реализации аутсорсинговых проектов

Первый из этапов реализации проектов аутсорсинга имеет стратегический долгосрочный характер и непосредственно реализуется менеджерами высшего звена. Целью данного этапа является отсеечение отдельных элементов бизнес-системы для повышения ее адаптивности и концентрации на наиболее значимых для конкурентоспособности предприятия видах деятельности. В свою очередь, данный этап состоит из двух стадий, на первой из которых анализируется текущая конкурентная позиция организации и выполняется ее стратегическое позиционирование, а на второй – принимается решение о необходимости аутсорсинга отдельных функций или видов деятельности организации.

Анализ фактического состояния (конкурентной позиции) предприятия проводится по следующей схеме:

1. Осуществляется выделение основных целей деятельности предприятия и проводится абсолютная оценка уровня их достижения в отчетном периоде. выделяемые цели должны быть количественно измеримы и должны охватывать как интересы основных заинтересованных в деятельности предприятия социальных групп (потребители, внутренний персонал, собственники имущества, общество в целом), так и собственные интересы предприятия как производственной системы (цели, связанные с преобразовательной эффективностью, и цели, связанные с адаптивностью).

2. Выполняется оценка уровня конкурентоспособности предприятия, т. е. оценка относительного уровня достижения предприятием выделенных целей в сравнении с основными конкурентами.

3. Осуществляется факторный анализ полученных оценок конкурентоспособности предприятия, в результате которого определяется относительная значимость различных инструментов получения конкурентных преимуществ (минимизация стоимости обслуживания клиентов, максимизация качественных параметров обслуживания или оптимизация соотношения ценовых и качественных характеристик) и устанавливаются причины достигнутого уровня конкурентных позиций.

По результатам анализа текущих конкурентных позиций предприятия осуществляется его *стратегическое позиционирование*, т. е. выбирается оптимальный вариант стратегии получения конкурентных преимуществ в предстоящем периоде. Решение данной задачи проводится по следующей схеме:

1. Устанавливается относительная приоритетность достижения различных целей деятельности предприятия в предстоящем периоде.

2. Проводится стратегическая сегментация рынка, т. е. выделяются целевые группы клиентов и основные конкурентные силы, способные оказать влияние на деятельность предприятия.

3. Определяется характер и необходимый уровень конкурентных преимуществ, позволяющих предприятию достичь поставленных целей деятельности при обслуживании выделенных целевых клиентов с учетом влияния основных конкурентов.

4. Формулируется способ получения желаемых конкурентных преимуществ, т. е. определяется уникальный набор выгод, которые предприятие может предложить целевым клиентам и которые отличают предприятие от его основных конкурентов.

По результатам стратегического позиционирования предприятия оформляется общий вариант его конкурентной стратегии и реализуется вторая стадия стратегического обоснования аутсорсинга, связанная с *принятием решений типа «покупать или производить»* («make or buy»). Основной задачей данной стадии является обоснованный выбор тех видов деятельности предприятия, которые могут быть вынесены за его пределы без ущерба для его конкурентоспособности и деловой репутации. Выполнение данной стадии обычно осуществляется по алгоритму, схематично представленному на рис. 3.2.

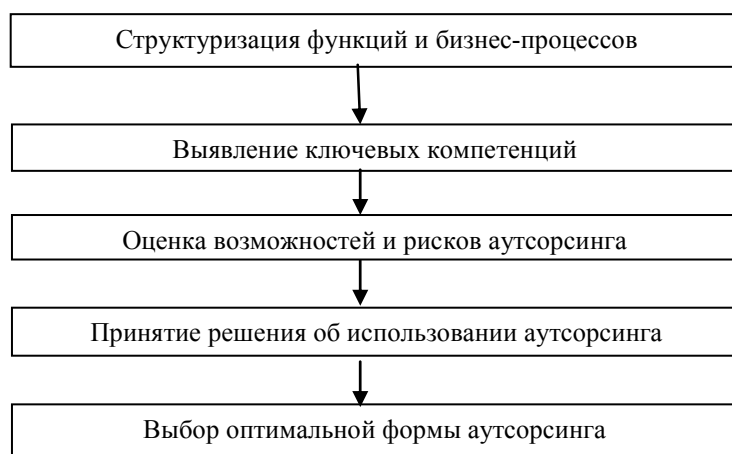


Рис. 3.2. Общий алгоритм принятия решений типа «покупать или производить»

Структуризация функций и бизнес-процессов основывается на процессном подходе к управлению и предполагает описание всех выполняемых предприятием видов деятельности в качестве отдельных процессов, каждый из которых:

- имеет определенные входные и выходные параметры;
- логически связан с другими видами деятельности или внешними клиентами;
- координируется (управляется) определенным подразделением предприятия;
- для своего выполнения требует определенных специфических ресурсов и навыков, называемых компетенциями.

Графическая схема процессного описания видов деятельности предприятия отражена на рис. 3.3.

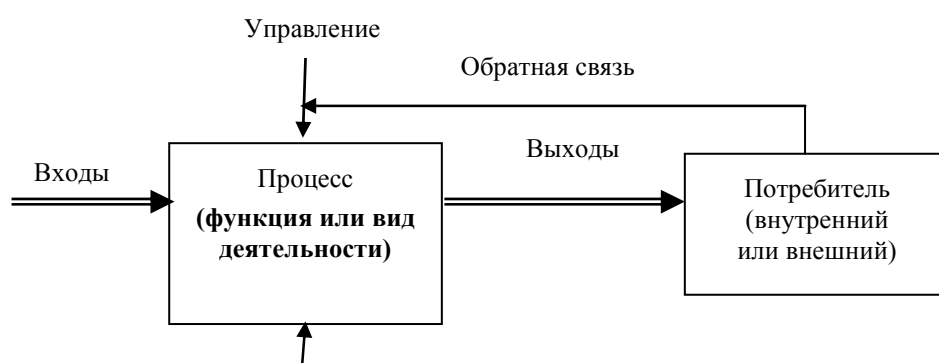


Рис. 3.3. Схема процессного описания функций и видов деятельности

Структуризация функций и видов деятельности для целей аутсорсинга предполагает их разделение по группам основных и вспомогательных процессов. *Основными* (бизнес-образующими) при этом принято считать такие процессы, «выходы» которых потребляются внешними клиентами, т. е. конечными потребителями продукции или услуг предприятия. *Вспомогательными* считаются те процессы, «выходы» которых потребляются внутри предприятия его собственными подразделениями. По результатам такого разделения выделяются и фиксируются ключевые требования потребителей «выходов» каждого из процессов. Для основных процессов такие требования обычно сводятся к следующему:

- обеспечению требуемого уровня и стабильности качества конечного продукта;
- удовлетворению специфических потребностей клиента с помощью продукта;
- ограничению стоимостных параметров потребления продукта клиентом;

- увеличению скорости доставки продукта;
- доступности послепродажного обслуживания;
- получению комплекса дополнительных услуг вместе с базовым продуктом и т. д.

Для вспомогательных процессов в качестве базовых требований обычно выступают:

- обеспечение стабильно высокого качества комплектующих, полуфабрикатов или внутрипроизводственных услуг;
- обеспечение оперативности внутрипроизводственного обслуживания и минимизация производственного цикла;
- обеспечение гибкости работы;
- экономичность выполнения заданных функций;
- обеспечение согласованности работы с другими подразделениями и т. д.

Выявление ключевых компетенций проводится для всех процессов, выделенных на стадии структуризации, и сводится к выделению тех специфических ресурсов, навыков или ноу-хау, которыми располагает предприятие и не располагают его основные конкуренты и которые позволяют предприятию выполнять соответствующий процесс более эффективно, чем это делают конкуренты. Анализ проводится в две стадии, на первой из которых оценивается относительная эффективность выполнения соответствующих процессов предприятием по сравнению с его конкурентами, а на второй выявляются причинные факторы такой эффективности. По результатам анализа все виды деятельности предприятия разделяются на две группы. В первую из них включаются те виды деятельности, которые реально обеспечены ключевыми компетенциями предприятия и которые, вследствие этого, целесообразно выносить за его пределы на основе аутсорсинга. Ко второй группе относятся все прочие виды деятельности, ключевых компетенций для максимально эффективного выполнения которых у предприятия недостаточно и которые поэтому могут быть переданы на сторону. Весь последующий анализ ориентируется только на процессы, включенные во вторую группу.

Оценка возможностей и рисков аутсорсинга ориентирована на выделение и подробную количественную и качественную характеристику всех преимуществ использования услуг сторонних организаций и всех связанных с этим рисков. Оценка возможных преимуществ и рисков аутсорсинга должна выполняться для каждого из видов деятельности, для выполнения которых предприятие не располагает

ключевыми компетенциями и которые не являются стратегически значимыми. Конкретный состав учитываемых на данной стадии анализа возможностей и рисков индивидуален для каждого отдельного предприятия и каждого отдельного бизнес-процесса. На практике в качестве основных возможных преимуществ аутсорсинговых решений принято выделять:

1) сокращение издержек производства и повышение ценовой конкурентоспособности конечного продукта;

2) получение доступа к лучшим технологиям, комплектующим и методам обслуживания производства;

3) высвобождение внутренних ресурсов за счет сокращения непрофильных активов и излишнего персонала;

4) возможность фокусирования на основных видах деятельности за счет роста специализации;

5) увеличение гибкости реагирования на рыночный спрос без расширения собственной инфраструктуры.

К типовым рискам аутсорсинга принято относить:

1) возможность возникновения дополнительных неучтенных затрат;

2) возможность появления зависимости от поставщиков;

3) возможность потери контроля над производственной цепочкой и проблемы координации работы фирм-аутсорсеров;

4) возможность сокращения ключевых компетенций предприятия из-за утраты взаимосвязанных ноу-хау;

5) неспособность поставщика обеспечить требуемое качество.

Оценка каждого из выделяемых преимуществ и рисков аутсорсинговых решений должна проводиться индивидуально, должна быть максимально объективной и, по возможности, должна иметь количественное выражение.

Принятие решения об использовании аутсорсинга является ключевым этапом стратегического обоснования аутсорсинговых решений и осуществляется высшими менеджерами предприятия. Процедура принятия соответствующего решения в общем случае состоит из двух стадий. На первой из них с помощью специальных аналитических матриц (рис. 3.4) все выделенные ранее функции и бизнес процессы окончательно разделяются по группам (полям), условно выражающим степень целесообразности передачи соответствующих видов деятельности внешним аутсорсерам. Чем меньше стратегическая значимость соответствующих функций (т. е. чем дальше они находятся от основной

деятельности) и чем ниже способность предприятия их самостоятельно эффективно выполнять (Поле 1 → Поле 2 → Поле 3), тем более предпочтительным является решение об использовании аутсорсинга. На второй стадии на первоначальные оценки целесообразности аутсорсинга отдельных видов деятельности дополнительно накладываются результаты предшествующего анализа возможностей и рисков аутсорсинга, по результатам чего принимается итоговое решение о необходимости реализации соответствующих аутсорсинговых проектов.

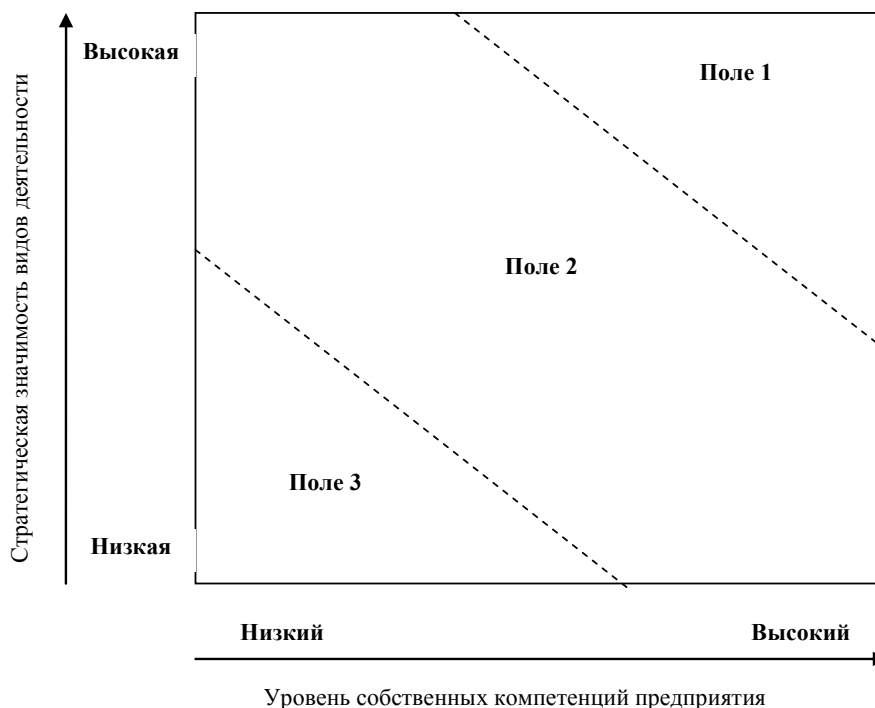


Рис. 3.4. Матрица оценки целесообразности аутсорсинга отдельных видов деятельности

Выбор оптимальной формы аутсорсинга является заключительной стадией стратегического обоснования аутсорсинговых решений и предполагает выделение:

- наиболее привлекательной для предприятия формы отношений с возможными партнерами-аутсорсерами (внутренний или внешний аутсорсинг);
- наиболее оптимального способа распределения ответственности и рисков (частичный или полный аутсорсинг).

Соответствующий анализ выполняется для всех видов деятельности, в отношении которых на предыдущей стадии было принято решение об использовании аутсорсинга, и проводится с учетом стратегических интересов и внутренних возможностей предприятия.

3.3. Экономическое обоснование аутсорсинговых решений

Этап экономического обоснования аутсорсинговых решений ориентирован на конкретизацию принятых ранее стратегических решений и логически состоит из двух стадий, на первой из которых проводится поиск и оценка аутсорсинговых предложений, а на второй осуществляется выбор оптимальных партнеров-аутсорсеров. Поиск и оценка аутсорсинговых предложений традиционно выполняются по алгоритму, схематично представленному на рис. 3.5.

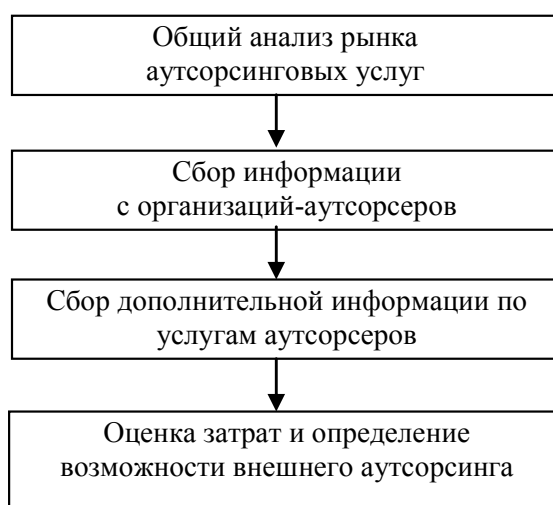


Рис. 3.5. Общий алгоритм поиска и оценки аутсорсинговых предложений

Общий анализ рынка аутсорсинговых услуг должен быть нацелен на выявление всех действующих в соответствующей сфере организаций-аутсорсеров и на установление принципиальной возможности получения их услуг предприятием-заказчиком. Выполнение такого анализа может предприятием проводиться в двух формах – пассивной и активной.

Пассивная форма анализа предполагает размещение запросов предприятия по предложениям потенциальных поставщиков услуг (request for proposals, RFP) в специализированных отраслевых журналах, базах данных, сайтах сети Internet и т. д.

Активная форма анализа предполагает целенаправленный поиск уже существующих аутсорсинговых предложений в указанных ранее источниках информации, а также в бизнес-справочниках, материалах промышленных выставок, конференций, рекламных проспектах и т. д.

Данная форма анализа рынка аутсорсинговых услуг может выполняться предприятием самостоятельно либо с привлечением внешних консалтинговых организаций.

Сбор информации с организаций-аутсорсеров предполагает подготовку и осуществление специальных информационных запросов (request for information, RFI), в которых опрашиваемые организации фиксируют основные параметры своих аутсорсинговых предложений.

Традиционно в качестве ключевых из таких параметров выделяются:

- 1) наличие опыта реализации аналогичных проектов;
- 2) отличительные особенности предлагаемых услуг;
- 3) уровень качества предлагаемых услуг (наличие и состав сертификатов);
- 4) запрашиваемая стоимость услуг;
- 5) минимально возможные объемы оказания предлагаемых услуг;
- 6) наличие и состав конкурентно-значимых технологий и ноу-хау;
- 7) возможность обеспечения гибкости контракта и возможность изменений условий работы в ходе выполнения проекта;
- 8) показатели финансового состояния организации-аутсорсера;
- 9) условия разделения контроля над выполнением аутсорсингового проекта;
- 10) производственная и управленческая структура организации-аутсорсера;
- 11) параметры используемой аутсорсером системы управления;
- 12) профессиональный состав персонала организации-аутсорсера;
- 13) возможность поддержания объемов и качества услуг по мере расширения бизнеса организации-заказчика;
- 14) дополнительные услуги, предлагаемые аутсорсером (техническое консультирование, обучение персонала и т. д.);
- 15) перечень текущих и бывших клиентов организации-аутсорсера.

Сбор дополнительной информации по услугам аутсорсеров выполняется по двум основным направлениям. Первое из них предполагает опрос бывших и текущих клиентов организации-аутсорсера с целью получения отзывов о реальных условиях его работы. Структура запрашиваемых при этом данных должна быть аналогична той, которая была зафиксирована в информационном запросе поставщику. Второе направление сбора данных должно обеспечить выявление всех дополнительных затрат, которые не вошли в заявленную аутсорсером стоимость его услуг, однако неизбежно возникнут при реализации

аутсорсингового проекта (расходы на доставку, дополнительные затраты на контроль и складирование и т. д.).

Оценка и сопоставление затрат представляет собой количественное обоснование решения «покупать или производить» и предполагает расчет и сравнение полной величины собственных затрат предприятия на выполнение соответствующего вида деятельности с полной стоимостью получения соответствующей услуги от аутсорсера. В ходе такой оценки должна быть выявлена величина той реальной экономии, которую предприятие может получить, передав рассматриваемый вид деятельности конкретному внешнему поставщику.

Адекватное сопоставление затрат требует полного учета всех их составляющих как в отношении услуг внешнего аутсорсера, так и с точки зрения собственного производства. В первом случае должен быть проведен расчет полной стоимости аутсорсинговой услуги, включающей как заявленную поставщиком явную стоимость, так и выявленные на предыдущем этапе анализа неявные дополнительные расходы. Во втором случае (собственное производство) в расчетах должны быть учтены лишь те элементы затрат, которые реально сократятся при успешно выполненном проекте аутсорсинга. Например, затраты на оборудование учитываются только в том случае, если они исчезают при проведении аутсорсинга (продажа или утилизация оборудования). Помимо этого в расчетах также должны быть учтены альтернативные издержки (т. е. издержки недоиспользованных возможностей), которые представляют собой стоимость ресурсов, связанных с собственным производством, высвобождаемых при аутсорсинге и способных в силу этого быть использованными в других видах деятельности предприятия.

По результатам исчисления полной суммы затрат по сравниваемым вариантам определяется коэффициент соотношения таких затрат или относительная величина экономии, обеспечиваемой за счет аутсорсинга. Расчеты проводятся индивидуально для каждого из потенциальных аутсорсеров.

Определение возможности внешнего аутсорсинга является последним этапом, на котором по результатам всего предшествующего анализа может быть принято решение об отказе от услуг внешних поставщиков и необходимости реализации соответствующего вида деятельности на основе внутреннего аутсорсинга. Применение внутреннего аутсорсинга вместо внешнего считается оправданным в следующих основных случаях:

– в рассматриваемом сегменте рынка отсутствуют предложения услуг организаций-аутсорсеров в том виде деятельности, в котором нуждается предприятие-заказчик;

– стоимость услуг организаций-аутсорсеров превышает возможности предприятия-заказчика или существенно превышает стоимость самостоятельного выполнения соответствующих работ предприятием;

– объем услуг, в котором нуждается предприятие, слишком мал для потенциальных аутсорсеров.

Во всех других случаях более эффективным считается использование внешнего аутсорсинга. Если решение о его применении принято, то далее реализуется вторая стадия экономического обоснования аутсорсинговых решений, предполагающая выбор оптимальных для предприятия поставщиков аутсорсинговых услуг. Процедура такого выбора строится по следующей схеме, представленной на рис. 3.6.

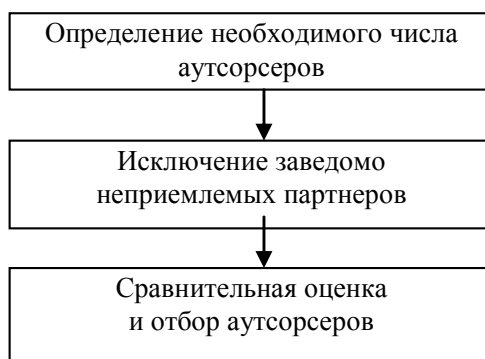


Рис. 3.6. Алгоритм выбора оптимальных партнеров-аутсорсеров

Определение необходимого числа аутсорсеров проводится отдельно для каждого из передаваемых видов деятельности исходя из сочетания трех основных факторов:

- 1) степень сложности объекта аутсорсинга (вида деятельности);
- 2) степень дифференцированности отдельных элементов объекта аутсорсинга и теснота их взаимосвязи;
- 3) индивидуальные предпочтения менеджеров предприятия-заказчика и возможность установления эффективного контроля.

Если по результатам анализа выбран вариант использования нескольких аутсорсеров и им предстоит работать вместе либо над взаимосвязанными задачами, то важным дополнительным критерием при последующей сравнительной оценке аутсорсинговых предложений должна стать степень совместимости позиций организаций-аутсорсеров.

Исключение заведомо неприемлемых партнеров предполагает анализ предложений каждого из возможных аутсорсеров с точки зрения двух критериев:

- принципиальное соответствие всех базовых параметров аутсорсингового предложения требованиям организации-заказчика;
- отсутствие существенных негативных отзывов о деятельности организации-аутсорсера со стороны его бывших и текущих клиентов.

По итогам анализа для окончательного отбора оставляются предложения только тех потенциальных аутсорсеров, которые отвечают обоим выделенным требованиям.

Сравнительная оценка и отбор аутсорсеров является завершающей процедурой экономического обоснования аутсорсинговых решений и традиционно выполняется на основе метода взвешивания факторных оценок. При этом взвешиваемые оценки основных параметров аутсорсинговых предложений предварительно корректируются с учетом имеющихся отзывов других клиентов соответствующих организаций-аутсорсеров.

3.4. Структура и порядок разработки аутсорсинговых контрактов

Сотрудничество организации-заказчика с поставщиками услуг осуществляется на основе специально разрабатываемого договора или контракта (соглашения об аутсорсинге), в котором оговаривается переложение определенных функций или видов деятельности на партнера-аутсорсера, обладающего необходимыми компетенциями и выполняющего данные функции на определенных условиях.

Разработкой проекта аутсорсингового контракта, как правило, занимается группа специалистов организации-заказчика, поскольку именно заказчик формулирует свои требования к потенциальным поставщикам услуг.

Поскольку каждый из проектов аутсорсинга имеет выраженный индивидуальный характер, то использование готовых шаблонных проектов аутсорсингового контракта считается нецелесообразным, так как такие контракты ограничивают выбор поставщика услуг, снижают гибкость сторон при переговорах и не позволяют учесть специфические требования клиента.

В общем случае процесс заключения крупных аутсорсинговых соглашений реализуется в три стадии. На первой стадии процесса стороны по результатам предварительных переговоров подписывают

протокол о намерениях, или *меморандум о понимании* (memorandum of understanding). Фактически такой документ выражает желание обеих сторон приступить к заключению сделки и дает им представление о том, каким образом будут выделены и использованы их ресурсы, необходимые для реализации аутсорсингового проекта. Если уже на данном этапе невозможным оказывается согласование общих вопросов сотрудничества сторон, то дальнейшие переговоры приостанавливаются, поскольку более детальное официальное обсуждение условий контракта будет бессмысленным. Протокол о намерениях позволяет избежать неверного толкования ожиданий партнеров и является удобным способом доведения до сведения других заинтересованных сторон (например, акционеров) потенциальных выгод и проблем, связанных с принятием менеджментом предприятия решения об аутсорсинге. Протокол о намерениях может включать дополнительные соглашения о неразглашении конфиденциальных сведений, которыми стороны обмениваются в процессе обсуждения условий контракта до его окончательного подписания.

Вторая стадия процесса заключения аутсорсинговых контрактов предполагает выполнение нескольких циклов предварительных согласований и обсуждений основных пунктов будущего договора. Продолжительность и широта тематики таких согласований определяются степенью комплексности передаваемого аутсорсеру вида деятельности и уровнем его значимости для участников соглашения.

На третьей, завершающей стадии по результатам предшествующих согласований стороны подписывают базовое соглашение об аутсорсинге, а также пакет дополняющих его частных договоров, обеспечивающих четкое толкование прав и обязательств сторон в процессе текущего выполнения аутсорсингового проекта. В состав такого пакета могут включаться договора подряда на выполнение отдельных работ, договора о временной передаче персонала, договора о передаче активов заказчика организации-аутсорсеру, договора о механизмах расчета затрат и т. д.

В связи с тем что аутсорсинг является относительно новой формой взаимодействия хозяйственных субъектов, отношения аутсорсинга (за исключением простых форм подряда) напрямую не регулируются законодательством многих стран. В связи с этим содержание заключаемых аутсорсинговых контрактов имеет относительно гибкий характер и изменяется для каждого конкретного соглашения. В большинстве случаев соглашение об аутсорсинге имеет следующую структуру:

1. Наименования и адреса сторон.

2. Вводная часть. В данном разделе соглашения должно быть представлено описание всех видов деятельности заказчика, которые затрагивают соглашение об аутсорсинге, а также цель переложения функций организации на внешнего партнера. При этом должно быть ясно определено, что речь идет о продолжительном широкомасштабном коммерческом сотрудничестве, при котором исполнитель берет на себя обязанность по выполнению текущих задач или периодически возникающей деятельности. Помимо этого в данной части контракта должно быть указано, будет ли аутсорсер оказывать какой-то вид услуг или выполнять какую-либо производственную деятельность. Также в данной части соглашения должно быть представлено описание и техническая характеристика всех подразделений, затрагиваемых данным соглашением, как переводимых в организацию исполнителя, так и остающихся в организации заказчика. При этом должно быть указано, передает ли заказчик в рамках аутсорсинга часть организации (отдел, подразделение) без передачи технической инфраструктуры или же соответствующие активы в процессе реализации соглашения переходят к исполнителю. Таким образом решается важный вопрос дальнейшего управления активами и разделения ответственности.

3. Предмет договора. В данной части контракта фиксируется принятие на себя исполнителем определенных задач или видов деятельности. При этом оговаривается, какими ресурсами и компетенциями обладает исполнитель для надлежащего выполнения передаваемых ему функций. Технические ноу-хау, которыми располагает исполнитель, должны быть подробно описаны в отдельном приложении к контракту, в то время как выполняемые исполнителем функции должны быть конкретно определены в отдельных договорах на выполнение работ. Такие договоры (подряды) являются частью общего соглашения об аутсорсинге и должны быть в нем представлены в виде перечня выполняемых работ. Практический опыт показывает, что для эффективного сотрудничества в рамках соглашений об аутсорсинге обязательным условием является наличие конкретного описания всех выполняемых задач, которое, однако, должно обладать определенной гибкостью и учитывать возможные изменения в условиях деятельности партнеров.

4. Срок действия контракта, даты его начала и окончания. Как правило, соглашение об аутсорсинге оговаривает долгосрочное сотрудничество (пять и более лет), но на этапе реструктуризации про-

мышленного предприятия в условиях недостаточно развитого рынка услуг аутсорсинга и при отсутствии опыта подобного сотрудничества срок контракта может составлять 1–2 года. Существует также практика заключения краткосрочных контрактов на выполнение отдельных видов работ, а также сезонные соглашения, целью которых является периодическое привлечение необходимых ресурсов на короткое время. Практика показала, что на первых этапах сотрудничества следует заключать договор на короткий срок, чтобы обеспечить возможность прекращения невыгодных отношений в случае неуспеха аутсорсингового проекта. На более поздних стадиях сотрудничества целесообразно заключать долгосрочные аутсорсинговые контракты. В противном случае трудно ожидать от партнера-аутсорсера приложения достаточных усилий к совершенствованию тех технологий, процессов и ноу-хау, привлечение которых могло бы в долгосрочной перспективе обеспечить высокое качество продукции и услуг, получаемых конечным потребителем. Вне зависимости от общего срока действия контракта рекомендуется составлять детализированный план-график выполнения работ, который целесообразно прикреплять к договору в качестве приложения.

5. Средства производства и расходные материалы. В данном пункте соглашения должны быть определены все виды активов, которые исполнитель имеет в своем распоряжении и обязуется использовать при выполнении работ. Помимо этого отдельно должны быть описаны вся техническая инфраструктура и имущество организации-заказчика, которые в рамках проекта аутсорсинга переходят к исполнителю. При этом в отношении каждого из элементов такого имущества должны быть оговорены условия и форма передачи исполнителю (аренда, лизинг, продажа и т. п.) и должны быть перечислены все прилагаемые к аутсорсинговому контракту дополнительные договора, регламентирующие передачу соответствующих активов.

6. Передача персонала. Данный пункт соглашения выделяется в том случае, если по условиям выполнения работ предполагается передача персонала заказчика организации-исполнителю, либо наоборот – исполнитель передает в распоряжение заказчика отдельных своих сотрудников. В обоих случаях отношения сторон должны быть зафиксированы в отдельных договорах о временной передаче персонала, которые должны быть согласованы с трудовым законодательством и прилагаются к базовому соглашению об аутсорсинге.

7. Привлечение соисполнителей (субподрядчиков) или третьих лиц. В данном пункте соглашения фиксируется обязанность исполнителя письменно согласовывать с заказчиком те или иные действия по привлечению третьих сторон к выполнению переданных ему работ. При этом право выбора привлекаемых субподрядчиков и дополнительных работников обычно передается самому исполнителю под его полную ответственность за результаты работ по субподрядам.

8. Текущая отчетность и иные формы контроля. Данный раздел соглашения оговаривает периодичность отчетов исполнителя перед заказчиком о результатах выполнения переданных ему работ, состав и содержание передаваемой отчетной документации, а также порядок и сроки проверки заказчиком качества предоставляемых ему услуг.

9. Организация управления соглашением. В данном пункте соглашения оговаривается состав, порядок формирования, права и обязанности специального комитета, создаваемого сторонами для непосредственного управления ходов выполнения контракта. За этим комитетом закрепляются полномочия по возможному изменению условий, дополнению и прекращению действия заключаемого аутсорсингового контракта.

10. Условия, сроки и форма оплаты услуг исполнителя. Данный раздел соглашения фиксирует описание всех выплат и компенсаций, причитающихся исполнителю и заказчику по результатам выполнения работ; оговаривает условия и формы возмещения непредвиденных затрат; устанавливает условия уплаты налогов и пошлин, связанных с выполнением совместной деятельности исполнителя и заказчика.

11. Ответственность сторон. В данном пункте аутсорсингового контракта оговаривается ответственность заказчика и исполнителя за выполнение договорных условий совместной деятельности. На исполнителя традиционно возлагается ответственность за то, чтобы произведенные им изделия или оказанные услуги обладали заранее оговоренными качественными характеристиками, соответствовали признанным правилам и технике исполнения и не содержали ошибки, которые уменьшают стоимость соответствующего продукта и не позволяют или ограничивают его использование в предусмотренных договором целях. По письменному требованию заказчика до наступления срока давности исполнитель обязуется устранить за собственный счет все дефекты переданного заказчику продукта, которые возникли

из-за нарушения им условий договора. Заказчик должен в этом случае указать конкретный перечень соответствующих дефектов. При срыве сроков и дополнительных расходах, которые возникают из-за задержки в выполнении своих обязательств заказчиком, исполнитель, со своей стороны, также может потребовать соответствующего возмещения ущерба после письменного уведомления и определения соразмерного срока. Для выявления нарушений обязательств сотрудничества, допущенных сторонами, рекомендуется составлять и включать в контракт каталог отдельных элементарных обязательств в зависимости от конкретной ситуации. Все подразделы данного пункта контракта должны иметь ссылки на соответствующие законодательные акты, устанавливающие порядок определения и возмещения ущерба. В отношении коммерческих тайн, которые могут стать известными исполнителю, аутсорсинговый контракт в большинстве случаев предусматривает жесткие требования. Исполнитель не имеет права в течение срока действия, а также после прекращения действия контракта ни применять, ни разглашать третьим лицам сведения, составляющие коммерческую тайну заказчика. В ряде случаев также может быть установлен запрет исполнителю в течение срока действия контракта работать напрямую или через посредников с предприятиями, которые являются конкурентами заказчика.

12. Отношения к авторскому праву и праву собственности. Данный пункт договора закрепляет за заказчиком права на результаты деятельности исполнителя и подробно оговаривает условия и процедуру передачи ему таких прав. Если во время совместной работы сторон возникают разработки, которые требуют защиты прав на их использование (например, изобретения, промышленные образцы или полезные модели, предусматривающие патентование), исполнитель обязуется предоставить заказчику неограниченное право пользования соответствующими разработками, право их дальнейшей передачи и публикации. Такое право может быть предоставлено заказчику безвозмездно или на условиях оплаты, оговариваемых контрактом. В большинстве договоров аутсорсинга исполнителю запрещается полученные в рамках совместной деятельности ноу-хау применять в работе с другими клиентами, особенно в той же отрасли. Соответствующий запрет устанавливается путем договоренности о штрафных санкциях, а также дополнительно через права на контроль, передаваемые заказчику исполнителем. Также в данном пункте аутсорсингового соглашения оговариваются условия пользования активами,

права на которые принадлежат третьим сторонам. В частности, при необходимости совместного использования предметов, подлежащих лицензированию (например, программного обеспечения), заказчик обязан предварительно запросить у обладателя лицензии согласие на право использования данного предмета исполнителем.

13. Условия прекращения или продления контракта. В данной части контракта фиксируются условия завершения аутсорсингового соглашения; устанавливается дата, до которой в случае необходимости должны начаться переговоры о продлении реализуемого соглашения; определяются последствия окончания действия соглашения для каждой из сторон; определяются обязательства взаимного возврата имущества заказчика и исполнителя, использовавшегося в ходе совместной деятельности; приводится подробный перечень и описание всех особо оговоренных условий выхода из контракта; оговариваются все заранее обусловленные сроки окончания проекта при преждевременном разрыве соглашения.

3.5. Текущее управление проектами аутсорсинга

Управление ходом реализации аутсорсинговых проектов осуществляется специально создаваемой структурой, включающей в себя комитет по управлению контрактом и специализированные рабочие группы (команды), управляющие отдельными процессами, как со стороны заказчика, так и со стороны исполнителя.

Комитет по управлению аутсорсинговым контрактом является главным управленческим звеном аутсорсингового проекта и наделяется исключительной компетенцией для принятия решений по координации хода проектных работ. Традиционно комитет по управлению состоит из трех человек: каждая из сторон выдвигает по одному из своих представителей, которые согласовывают кандидатуру третьего члена, назначаемого председателем комитета. Выбранный руководитель (председатель) должен обладать опытом работы в соответствующей предметной области, достаточными техническими знаниями, а также умением налаживать конструктивные отношения с другими участниками проекта.

Созданный комитет по управлению контрактом вырабатывает для себя коммерческий устав, регламентирующий его деятельность. Наличие такого устава необходимо для того, чтобы деятельность комитета не была перегружена деталями, касающимися узкоспециализированных вопросов текущей деятельности. Полномочия по реше-

нию таких вопросов обычно делегируются рабочим группам по управлению отдельными процессами. Основными функциями комитета по управлению контрактом являются:

- систематический контроль за соблюдением сроков и качественного уровня обслуживания заказчика, а также контроль за соблюдением заказчиком сроков и условий оплаты выполняемых работ;
- анализ деятельности сторон и разрешение возникающих между ними разногласий;
- утверждение необходимых изменений и дополнений к условиям контракта;
- утверждение текущих изменений хода работ по проекту;
- утверждение назначения или увольнения с должности ведущих специалистов, участвующих в реализации аутсорсингового проекта;
- управление действием отдельных договоров, прилагающихся в качестве дополнений к базовому аутсорсинговому контракту.

Комитет по управлению функционирует на протяжении всего срока действия аутсорсингового соглашения и несет ответственность за общую эффективность выполняемых по проекту работ.

Рабочие группы по управлению отдельными процессами имеют относительно узкую целевую специализацию и формируются по месту выполнения соответствующих процессов (т. е. из персонала заказчика или исполнителя). Деятельность таких рабочих групп обычно строится на принципах проектного управления, ограничивается сроками выполнения соответствующих работ и контролируется с оговоренной в контракте периодичностью. Рабочие группы имеют двойную схему подчинения (по линии линейного менеджмента соответствующей организации и по линии комитета по управлению контрактом), разделение управленческих полномочий в которой должно быть заранее оговорено условиями аутсорсингового соглашения.

Исходная база работ по текущему управлению проектами аутсорсинга формируется на стадии заключения аутсорсинговых контрактов, в которых в обязательном порядке должны быть оговорены:

- 1) календарный график выполнения работ по проекту;
- 2) согласованные сторонами критерии оценки производительности и качества выполняемых работ;
- 3) формы и периодичность отчетности, предоставляемой исполнителем;
- 4) процедуры коммуникации заказчика и исполнителя, в частности, периодичность рабочих встреч специалистов и периодичность заседаний комитета по управлению контрактом;

5) порядок формирования, реорганизации и контроля деятельности специализированных рабочих групп;

б) процедуры управления изменениями хода проектных работ.

Практический опыт показал, что ключевыми факторами эффективного управления аутсорсингового проекта в большинстве случаев становятся:

1) формирование общей позиции заказчика и исполнителя, их единого совместного видения аутсорсингового проекта;

2) наличие гибкого четко работающего механизма коммуникаций между исполнителем и заказчиком, учитывающего специфику и степень сложности выполняемого проекта;

3) наличие отработанных процедур принятия решений по изменению хода проектных работ при возникновении тех или иных проблем или при изменении целей аутсорсингового проекта.

Базовой задачей управления процессом аутсорсинга является *решение проблемы качества* предоставляемых аутсорсером услуг. В случае наличия у предприятия-заказчика сертифицированной системы менеджмента качества при передаче отдельных видов деятельности внешнему аутсорсеру возникает необходимость обеспечения целостности этой системы. Международные стандарты серии ИСО 9001 : 2000 в целом допускают возможность передачи процессов системы менеджмента качества сторонней организации, т. е. аутсорсеру. В этом случае организация-клиент обязана обеспечить реализацию требований указанных стандартов в аутсорсинговых процессах. В зависимости от особенностей аутсорсингового проекта и связанных с ним рисков данная задача может решаться одним из двух способов:

– в контракт может быть включено требование о наличии у аутсорсера собственной системы менеджмента качества, удовлетворяющей требованиям стандарта ИСО 9001 : 2000;

– в контракте могут быть даны ссылки на внутренние документы системы менеджмента качества организации-заказчика, которыми аутсорсер должен пользоваться в своей работе.

В отношении аутсорсинговых компаний, являющихся поставщиками сырья или комплектующих, обеспечение требований качества также может быть регламентировано на основе стандартов системы ИСО. В соответствии с данными стандартами еще на стадии заключения аутсорсингового контракта организация-заказчик должна выставить требования о соответствии деятельности поставщика в части переданного ему аутсорсингового процесса требованиям стандарта ИСО 9001 : 2000.

Все документы, подтверждающие такое соответствие, должны быть предоставлены поставщиком и приложены к контракту. Последующий мониторинг за выполнением установленных требований по качеству заказчиком должен выполняться в соответствии с требованием раздела «Закупки» стандарта ИСО 9001 : 2000 и может проводиться с привлечением внешних специалистов. Организация-аутсорсер должна обеспечить доказательства соответствия своей деятельности устанавливаемым в контракте требованиям по качеству. Наличие у аутсорсера сертификата на собственную систему менеджмента качества может служить достаточным свидетельством выполнения устанавливаемых требований. В случаях когда требования к качеству аутсорсингового процесса устанавливаются в виде ссылок на внутренние документы системы менеджмента качества организации-заказчика, предусматривается проведение аудита поставщика представителями организации-заказчика (т. е. аудита второй стороны).

РАЗДЕЛ II. ОРГАНИЗАЦИЯ ОСНОВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

ТЕМА 4. СУЩНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА В ПРОСТРАНСТВЕ

-
- Значение, факторы и методы оптимизации пространственного размещения производства.
 - Производственная структура предприятия и факторы, ее определяющие.
 - Формы специализации основных цехов предприятия.
 - Особенности разработки генерального плана предприятия.
 - Внутренняя производственная структура основных цехов предприятия.
-

4.1. Значение, факторы и методы оптимизации пространственного размещения производства

Построение производственного процесса в пространстве предполагает организацию такого взаимного расположения элементов общей производственной системы, при котором обеспечивается минимизация издержек ее функционирования. В общем случае построение произ-

водственного процесса в пространстве предполагает решение комплекса взаимосвязанных задач, базовыми из которых являются:

1) выбор оптимального варианта размещения основных производственных мощностей предприятия и его логистической структуры (распределительная сеть, система оптовых складов и т. д.);

2) выбор оптимальной конфигурации производственной структуры предприятия (т. е. определение состава и оптимальных форм специализации отдельных подразделений);

3) разработка оптимального варианта размещения элементов производственной структуры предприятия на выбранной географической площадке (т. е. проектирование генерального плана предприятия);

4) разработка и оптимизация внутренней производственной структуры основных производственных подразделений предприятия (т. е. его цехов и участков).

Первичной задачей, решаемой при построении производственного процесса в пространстве, является выбор оптимального варианта пространственного размещения предприятия. Такое размещение является критическим условием для величины издержек, с которыми предприятие столкнется, начав свою производственную деятельность. В частности, размещение производства в регионах с изначально дорогой рабочей силой, с недостаточно развитой транспортной инфраструктурой или дорогими энергоносителями предопределяет изначально высокий уровень себестоимости производства, снижение которой за счет текущих операционных мероприятий может оказаться чрезмерно трудоемким и недостаточно эффективным.

Необходимо учитывать, что расходы, связанные пространственным размещением производства, являются крупномасштабными единовременными инвестициями компании, рассчитанными на длительный промежуток времени и окупаемыми лишь в стратегической перспективе. Это означает, что деятельность по подбору оптимального варианта размещения предприятия должна рассматриваться как важное направление инвестирования, требующее всестороннего анализа и тщательного экономического обоснования.

Выбор стратегии размещения предприятия во многом определяется тем, какой профиль имеет деятельность предприятия и его объектов, требующих размещения. Так, при размещении производственных мощностей предприятия в качестве целевой функции традиционно выбирается минимизация общих затрат производства и распределения. Анализ размещения снабженческих и сбытовых складов обычно фокусируется

на поиске приемлемой комбинации транспортно-складских затрат и скорости осуществления поставок. Для организаций, работающих в сфере услуг, затраты мало зависят от их месторасположения, в связи с чем в качестве критерия оптимальности размещения для таких организаций выступает максимум получаемой выручки (валового дохода). Основные положения стратегий размещения для производственных предприятий и организаций сферы услуг представлены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Стратегии размещения для сферы производства и сферы услуг

Параметры	Размещение в сфере производства	Размещение в сфере услуг
Целевой критерий оптимизации	Минимизация общих издержек производства и распределения	Максимизация выручки
Ключевые факторы	<ul style="list-style-type: none"> • Трудовые затраты (объем и мобильность трудовых ресурсов, производительность труда, политика профсоюзов, качество жизни в регионе, квалификация рабочей силы) • Материальные затраты (относительная стоимость материальных и энергетических ресурсов, близость и диверсифицированность поставщиков) • Транспортные издержки (развитость региональной транспортной инфраструктуры, диверсифицированность видов транспорта) • Непроизводственные затраты (налоговая политика властей, уровень экологических требований и т. д.) Материальные затраты (относительная стоимость материальных и энергетических ресурсов, близость и диверсифицированность поставщиков) • Транспортные издержки (развитость региональной транспортной инфраструктуры, диверсифицированность видов транспорта) • Непроизводственные затраты (налоговая политика властей, уровень экологических требований и т. д.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Территория обслуживания • Развитость транспортной инфраструктуры • Покупательская способность целевых клиентов • Демографическая ситуация в регионе • Интенсивность конкуренции • Особенности размещения конкурентов • Операционная политика фирмы • Значимость различных источников конкурентных преимуществ • Степень либеральности системы ценообразования

Параметры	Размещение в сфере производства	Размещение в сфере услуг
Методы оптимизации	<ul style="list-style-type: none"> • Метод взвешивания факторных оценок • Метод анализа критических точек • Метод центра гравитации • Транспортные экономико-математические методы 	<ul style="list-style-type: none"> • Эконометрические методы анализа факторов • Маркетинговые методы анализа привлекательности рынков • Транспортные экономико-математические методы • Методы теории очередей

При выборе размещения предприятия важно учитывать, что его деятельность как единой системы является многопрофильной и включает в себя не только работу производственных подразделений, но также и деятельность, связанную с обеспечением производства и распределением производимой им продукции. Это означает, что решение задач размещения производства и поддерживающей его логистической системы должно осуществляться совместно друг с другом. Традиционно построение распределительной системы начинается с размещения производственных мощностей, после чего выбираются места размещения производственных складов, складов оптовой торговли относительно магазинов розничной торговли, выбирается система доставки и решаются другие вопросы распределительной логистики. Вместе с тем само по себе размещение производственных мощностей требует адекватного учета издержек по сравниваемым вариантам, причем расчет таких издержек должен учитывать транспортные расходы, расходы, связанные со складированием продукции, и т. п. Таким образом, очевидно, что адекватное решение задач размещения требует моделирования взаимосвязей отдельных сфер деятельности предприятий и рассмотрения множества различных сценариев взаимодействия таких сфер.

Для решения задач, связанных с размещением, принято использовать комплекс специализированных методов, наиболее распространенными из которых являются:

- метод взвешивания факторных оценок;
- метод анализа критических точек;
- метод центра гравитации;
- транспортные экономико-математические методы.

Метод взвешивания факторных оценок основан на совместном анализе множества факторов, определяющих оптимальность пространственного размещения предприятия, и предполагает расчет средних взвешенных оценок учитываемых факторов по каждому из вариантов размещения. Выбор оптимального из таких вариантов при использовании данного метода осуществляется по следующему алгоритму:

1. Экспертным путем проводится выделение значимых факторов размещения, которые, при необходимости, группируются.

2. Каждому из выделенных факторов присваиваются индивидуальные оценки значимости (веса), сумма которых по всей совокупности факторов должна быть равна единице. В случаях, когда осуществляется группировка факторов, веса самим факторам назначаются в рамках соответствующих групп и дополнительно к этому фиксируются веса для каждой из групп в целом.

3. Для каждого из выделенных факторов выбирается оптимальная технология его количественной оценки.

4. Для каждого из рассматриваемых вариантов размещения проводится непосредственная оценка выделенных факторов и полученные значения пересчитываются в относительную форму для обеспечения своей сопоставимости.

5. Для каждого из рассматриваемых вариантов размещения проводится расчет средних взвешенных оценок по всей совокупности выделенных факторов с учетом их группирования.

6. По максимальной величине полученных средних взвешенных оценок выбирается оптимальный вариант размещения.

Для выполнения расчетов по данному методу принято использовать специальные таблицы, образцы которых представлены ниже (табл. 4.2, 4.3).

Метод анализа критических точек основан на сравнительной оценке затрат по вариантам размещения и выборе такого варианта, который при заданных объемах производства обеспечивает минимальный уровень издержек. Использование данного метода осуществляется по следующей схеме:

1. Для каждого из сравниваемых вариантов размещения устанавливаются значения постоянных и переменных затрат и строятся уравнения типа (4.1), выражающие зависимость общих затрат от объемов производства:

$$Z_{\text{общ}} = Z_{\text{пост}} + Z_{\text{пер}} \cdot N. \quad (4.1)$$

2. Проводится попарное сравнение всех выделенных вариантов размещения, в ходе которого составляются системы уравнений типа (4.2), решение которых [формула (4.3)] показывает точки пересечения линий общих затрат по сравниваемым вариантам:

$$\begin{cases} Z_{\text{общ1}} = Z_{\text{пост1}} + Z_{\text{пер1}} \cdot N \\ Z_{\text{общ2}} = Z_{\text{пост2}} + Z_{\text{пер2}} \cdot N; \end{cases} \quad (4.2)$$

$$N_{\text{кр}} = \frac{Z_{\text{пост2}} - Z_{\text{пост1}}}{Z_{\text{пер1}} - Z_{\text{пер2}}}. \quad (4.3)$$

3. На основе полученных ранее оценок затрат по вариантам размещения и рассчитанных на предыдущем этапе критических точек строится сводный график динамики общих затрат по всем рассматриваемым вариантам (рис. 4.1).

4. По построенному графику выбирается оптимальный вариант размещения, который, при заданном объеме производства, обеспечит минимальный уровень общих затрат.

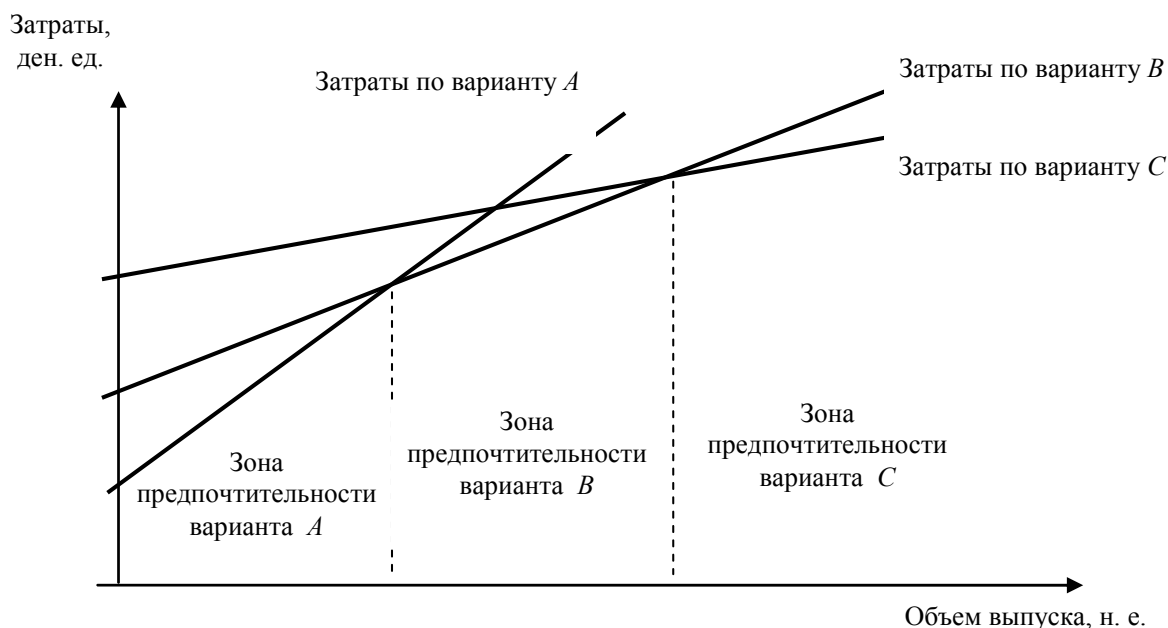


Рис. 4.1. Карта пересечений для анализа размещения производства

Метод центра гравитации используется для выбора оптимального варианта размещения крупных складов, одновременно снабжающих либо несколько удаленных друг от друга производственных подразделений предприятия (снабженческий склад), либо несколько различных потребителей (сбытовой склад). Основная идея данного

метода состоит в том, чтобы разместить склад таким образом, чтобы при этом обеспечивалась минимальная величина суммарных затрат на доставку груза с этого склада всем потребляющим данный груз агентам. Поскольку такие затраты определяются объемами соответствующих перевозок и расстояниями доставки, то размещение склада целесообразно осуществлять в точке так называемого «центра гравитации», т. е. в таком географическом пункте, для которого взвешенные расстояния доставки ко всем пунктам получения являются минимальными.

Использование данного метода осуществляется в три этапа. На первом этапе анализируемая географическая территория привязывается к определенной системе координат. В результате для каждого из пунктов доставки груза задается индивидуальная пара координат, выражающая расстояние этих пунктов от зафиксированных координатных осей (рис. 4.2). На втором этапе путем взвешивания рассчитанных координат пунктов доставки по объемам доставляемых в них грузов определяются расчетные координаты центра гравитации для рассматриваемой транспортной системы [формулы (4.4) и (4.5)]. На третьем этапе проводится корректировка рассчитанных координат центра гравитации, в ходе которой размещение склада привязывается к ближайшему от расчетной точки пункту с необходимой транспортной, инженерной и энергетической инфраструктурой.

Транспортные экономико-математические методы ориентированы на разработку оптимальной схемы транспортировки грузов из нескольких пунктов снабжения в несколько пунктов получения. В качестве критерия оптимальности при этом выступает минимум суммарных затрат по осуществляемым перевозкам. Поиск оптимального решения с помощью данных методов обычно осуществляется в два этапа. На первом этапе формируется первоначальный вариант искомой схемы перевозок и проводится его стоимостная оценка. Традиционно для составления такого первоначального варианта используются два основных метода – метод «северо-западного угла» и метод «минимального элемента». На втором этапе с помощью специальных экономико-математических методов (например, метода потенциалов поставщиков и потребителей) проводится поиск более оптимального решения построенной задачи, которое и используется в дальнейшем в качестве основы для работы создаваемой транспортно-распределительной системы.

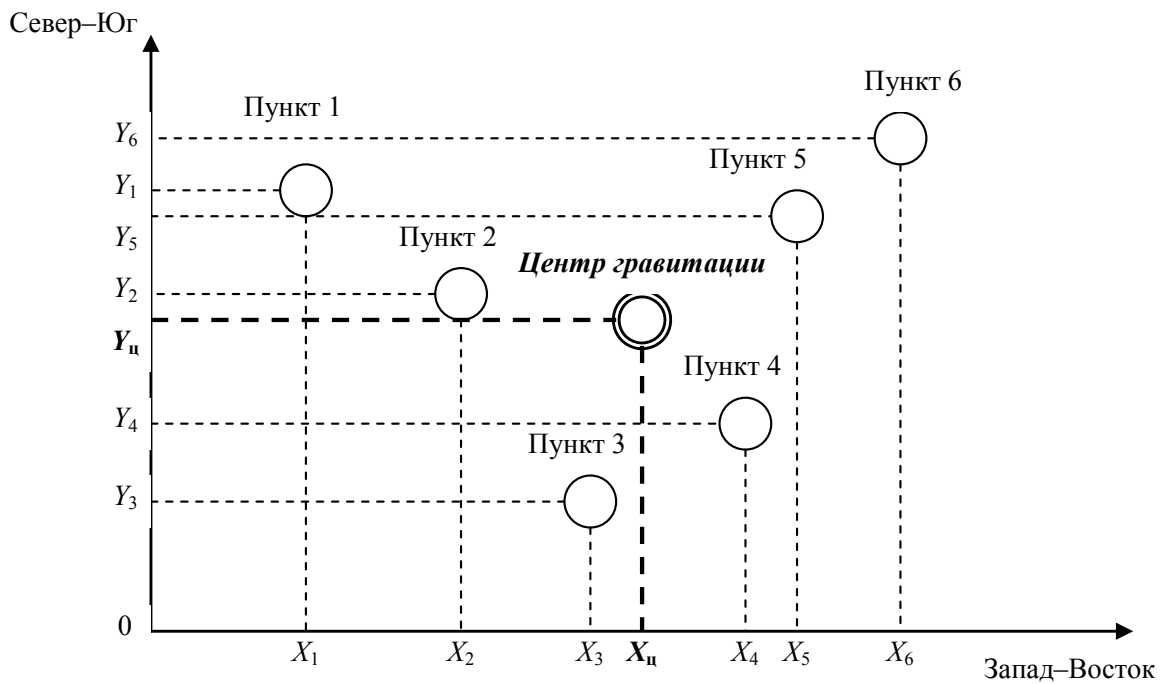


Рис. 4.2. Система координат пунктов доставки груза и центра гравитации

$$X_{\text{ц}} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i \cdot W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}; \quad (4.4)$$

$$Y_{\text{ц}} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i \cdot W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}, \quad (4.5)$$

где $X_{\text{ц}}$, $Y_{\text{ц}}$ – координаты центра гравитации по горизонтальной и вертикальной осям принятой системы координат; X_i , Y_i – координаты i -го пункта транспортировки груза по горизонтальной и вертикальной осям принятой системы координат; W_i – объем груза, подлежащего транспортировке в i -й пункт; n – общее количество пунктов транспортировки груза.

4.2. Производственная структура предприятия и факторы, ее определяющие

Построение производственного процесса в пространстве предполагает разделение его отдельных элементов между отдельными производственными подразделениями предприятия в соответствии с их специализацией. Состав таких подразделений, а также конфигурация взаимных связей между ними называется *производственной структурой предприятия*.

В современной промышленности выделяется три основных типа производственных структур:

- 1) цеховая структура;
- 2) безцеховая структура;
- 3) корпусная структура.

Цеховой тип производственной структуры является наиболее распространенным. В структурах данного типа базовыми производственными единицами являются различного рода цеха, каждый из которых выполняет относительно законченную часть производственного процесса, имеет собственное административное руководство и, как правило, размещается в отдельном производственном здании.

Безцеховая производственная структура характерна для мелких предприятий. В ее рамках структурными единицами выступают отдельные участки, которые объединяются под единым административным руководством и часто группируются в одном производственном помещении.

Корпусный тип структуры характерен для крупных предприятий, у которых разделение по отдельным цехам чрезмерно усложняет оперативное управление производством и существенно увеличивает длительность производственного цикла (за счет частных межцеховых перерывов). В таких структурах несколько цехов взаимно группируются, располагаются в непосредственной близости друг от друга, формируя так называемые корпуса.

Корпус представляет собой совокупность подразделений, обеспечивающих по возможности полную реализацию всех стадий производственного процесса по изготовлению определенной группы видов продукции. При этом для управления всем корпусом в целом помимо линейных менеджеров отдельных цехов также выделяются специализированные управленческие штаты.

Таблица 4.2

Выбор оптимального варианта размещения методом одноступенчатого взвешивания факторных оценок

Факторы	Веса факторов	Базовый уровень оценок	Фактические абсолютные оценки по варианту 1	Фактические абсолютные оценки по варианту 2	Относительные оценки по варианту 1 (гр. 4/гр. 3)	Относительные оценки по варианту 2 (гр. 5/гр. 3)	Взвешенные оценки по варианту 1 (гр. 6 · гр. 2)	Взвешенные оценки по варианту 2 (гр. 7 · гр. 2)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Φ_1								
Φ_2								
....								
Φ_n								
Общая оценка							Сумма по столбцу	Сумма по столбцу

Таблица 4.3

Выбор оптимального варианта размещения методом двухступенчатого взвешивания факторных оценок

Группы факторов	Факторы	Веса факторов	Веса групп	Базовый уровень оценок	Фактические абсолютные оценки по варианту 1	Фактические абсолютные оценки по варианту 2	Относительные оценки по варианту 1 (гр. 6/гр. 5)	Относительные оценки по варианту 2 (гр. 7/гр. 5)	Взвешенные оценки по варианту 1 (гр. 8 · гр. 3)	Взвешенные оценки по варианту 2 (гр. 9 · гр. 3)	Групповые оценки по варианту 1 (сумма оценок гр. 10 по группам)	Групповые оценки по варианту 1 (сумма оценок гр. 10 по группам)	Взвешенные групповые оценки по варианту 1 (гр. 12 · гр. 4)	Взвешенные групповые оценки по варианту 1 (гр. 13 · гр. 4)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Гр. 1	Φ_{11}													
	...													
	Φ_{1n}													
Гр. 2	Φ_{21}													
	...													
	Φ_{2m}													
....													
Общая оценка													Сумма по столбцу	Сумма по столбцу

В зависимости от степени охвата основных стадий производственного процесса в современной промышленности принято выделять следующие типы производственных структур:

1. *Производство комплексного типа*, включающее заготовительные, обрабатывающие и сборочные подразделения.

2. *Производство механосборочного типа* – включает только обрабатывающие и сборочные подразделения, а необходимые заготовки получает со стороны.

3. *Сборочное производство* – самостоятельно практически не изготавливает детали и узлы, а осуществляет только генеральную сборку конечных изделий из машинокомплектов, получаемых от сторонних поставщиков.

4. *Производство поддетальной специализации* – осуществляет первичные стадии производственного процесса, полностью изготавливает отдельные детали и, как правило, не осуществляет сборочных операций. Как правило, такие структуры характерны для мелких предприятий, работающих по кооперации с крупными промышленными фирмами.

5. *Производство заготовительного типа* – реализует только процесс изготовления заготовок и, как правило, не занимается их обработкой или сборкой.

Наиболее распространенными элементами производственной структуры промышленных предприятий являются цехи. В зависимости от типа производства, его масштабов и особенностей выпускаемой продукции цехи могут быть специализированы по технологическому или предметному принципу и могут обеспечивать реализацию различных стадий производственного процесса. В зависимости от характера таких стадий принято выделять основные, вспомогательные, побочные и подсобные цехи.

Основными являются те цехи, в которых непосредственно выполняются операции по изготовлению профильной продукции.

К числу *вспомогательных* относятся такие цехи, которые профильной продукции не выпускают, однако обеспечивают основное производство инструментами, технологической оснасткой, энергетическими ресурсами и т. д. Типовыми разновидностями таких цехов являются ремонтно-механические, энергетические, ремонтно-строительные, инструментальные и т. п.

Побочными называются те цехи предприятия, в которых изготавливается непрофильная продукция предприятия, продукция из отходов основного производства, а также осуществляется восстановление

используемых вспомогательных материалов (цех изготовления ТНП, цех регенерации формовочных материалов и т. д.).

Подсобными считаются цехи, которые осуществляют подготовку материалов перед их подачей в основные цехи, изготавливают упаковку для готовой продукции, тару для межцеховых перевозок и т. д.

Помимо цехов в производственную структуру предприятия также входят различного рода обслуживающие хозяйства, которые выполняют функции по обеспечению нормальных условий работы производственных цехов. Типовыми разновидностями обслуживающих хозяйств являются:

1) транспортное хозяйство, включающее всю совокупность используемых транспортных средств предприятия, гаражи, ремонтные мастерские и т. д.;

2) складское хозяйство, включающее склады и кладовые общезаводского и внутрицехового характера;

3) ремонтное хозяйство, включающее ремонтные мастерские, специализированные ремонтные бригады, участки сборки приспособлений, оборудования и т. д.;

4) инструментальное хозяйство;

5) энергетическое хозяйство;

6) санитарно-техническое хозяйство, включающее все внутризаводские коммуникации, связанные с отоплением, вентиляцией, водоснабжением и т. п.

Помимо производственной структуры на предприятиях также принято выделять общую структуру, которая помимо производственных подразделений также включает в себя общезаводские управленческие службы, подразделения, связанные с капитальным строительством и социально-бытовым обслуживанием персонала.

Производственная структура предприятия в первоначальном своем виде формируется при его создании, однако в последующем непрерывно изменяется под влиянием следующих основных факторов:

– тип и масштабы производственного процесса;

– конструктивные и технологические особенности выпускаемой продукции;

– характер кооперационных связей со сторонними поставщиками и используемые схемы аутсорсинга;

– принятые нормы численности и управляемости производственных подразделений.

Производственная структура является внешним выражением принятой на предприятии схемы разделения и кооперации труда. По-

Основными достоинствами технологической формы специализации являются:

- высокая гибкость производства и способность быстро без дорогостоящей реконструкции осваивать выпуск новых изделий;
- относительная простота оперативного управления производственным процессом на уровне цеха;
- благоприятные условия для внедрения прогрессивных технологий и обмена опытом инженерного персонала.

Недостатками технологической формы специализации являются:

- усложнение общей производственной структуры, частое нарушение принципа прямоточности за счет формирования сложных внутрипроизводственных маршрутов движения предметов труда;
- увеличение длительности производственного цикла за счет большого количества межцеховых перерывов;
- усложнение оперативного управления производством на общезаводском уровне;
- распыление ответственности за качество конечной продукции.

В чистом виде технологическая форма специализации используется только предприятиями мелкосерийного и единичного производства, а также заготовительными предприятиями.

При *предметной форме специализации* (рис. 4.4) за каждым из цехов закрепляется большая часть операций по изготовлению конкретных видов продукции. В таких цехах устанавливается разнотипное оборудование, которое выстраивается по ходу технологического процесса для максимального обеспечения принципа прямоточности. В каждом из таких цехов осуществляется изготовление только одного или нескольких близких друг другу видов продукции.

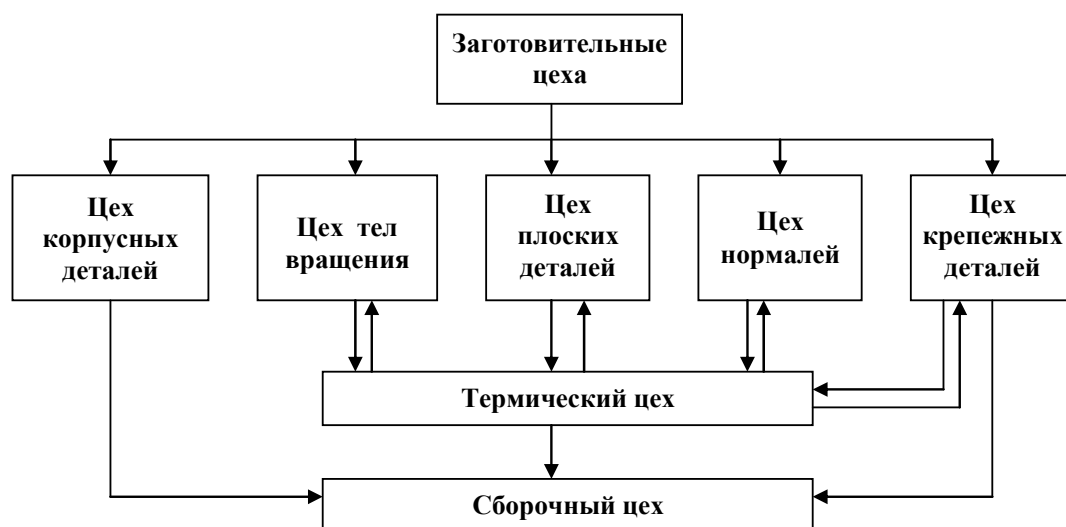


Рис. 4.4. Схема специализации цехов по предметному принципу

Достоинствами предметной формы специализации цехов являются:

- сокращение длительности производственного цикла и обеспечение условий для его прямооточности;
- упрощение оперативного управления производством на общезаводском уровне;
- четкое распределение ответственности за качественные характеристики конечной продукции.

Основными недостатками предметной формы специализации выступают:

- низкая мобильность производства и необходимость крупных инвестиций при освоении новой продукции;
- усложнение оперативного управления на внутрицеховом уровне;
- ограничение условий для смены производственных технологий из-за тесной связи смежных производственных участков.

Структуры данного типа эффективны только в условиях крупносерийного и массового производства при стабильной ограниченной номенклатуре выпуска продукции.

Технологическая и предметная формы специализации в чистом виде используются достаточно редко. Чаще всего на предприятиях применяется *смешанная* (предметно-технологическая) форма специализации подразделений, при которой заготовительные цехи организуются по технологическому принципу, а в обрабатывающих и сборочных подразделениях формируются предметно-замкнутые участки.

4.4. Особенности разработки генерального плана предприятия

Генеральным планом предприятия называется проектируемое или фактическое размещение всех его основных цехов и вспомогательных служб, соответствующих особенностям рельефа местности и требованиям благоустройства территории.

Разработка генерального плана предприятия традиционно осуществляется на основе следующих основных принципов.

Для обеспечения прямооточности движения продукции здания основных цехов и общезаводских складов сырья, основных материалов и готовой продукции должны располагаться по ходу производственного процесса, обеспечивая постоянное направление движения главных грузопотоков. Расположение зданий цехов и складов осуществляется в этом случае по следующей схеме: склады сырья и основных материа-

лов → заготовительные цехи → обрабатывающие цехи → сборочные цехи → склады готовой продукции.

Склады сырья и основных материалов размещаются со стороны ввоза грузов (подъездных путей), вблизи заготовительных цехов, а склады готовой продукции – в непосредственной близости от сборочных (выпускающих) цехов у путей вывоза грузов с завода.

Вспомогательные цехи должны располагаться по возможности ближе к производственным цехам, потребляющим их продукцию, не усложняя и не стесняя при этом основные грузопотоки. Прежде всего это относится к инструментальным, ремонтно-механическим и электроремонтным цехам, которые должны находиться вблизи производственных цехов, имеющих наибольшее число оборудования.

Для уменьшения времени и расходов на внутризаводскую транспортировку при расположении цехов и складов необходимо добиваться наименьшего пути пробега материалов, заготовок, деталей и изделий без обратных и встречных движений. Это в равной мере относится как к основным, так и к вспомогательным цехам.

При расположении цехов и хозяйств необходимо учитывать также направление преобладающих ветров и наиболее благоприятные условия для естественного освещения и проветривания цехов. Взаимное расположение зданий и разрывы между ними должны удовлетворять установленным санитарно-техническим и противопожарным нормам.

Отдельные небольшие производственные и вспомогательные цехи целесообразно объединять в виде блока цехов в одном здании. Блокирование цехов сокращает транспортные пути; облегчает механизацию межцехового транспорта; сокращает размеры территории завода, длину внутризаводских путей и коммуникационных линий; уменьшает расходы на благоустройство и ограждение территории.

Наиболее рационально блокировать в одном здании цехи, однородные по технологическому процессу и имеющие тесную производственную связь. Широкое распространение получила блокировка цехов в группы: литейную, кузнечную, деревообрабатывающую, механосборочную и др.

Цехи, которые однородны по характеру производства, пожарным и санитарно-техническим требованиям, необходимо по возможности располагать в определенной зоне. Цехи, выделяющие в атмосферу загрязняющие вещества, следует размещать с подветренной стороны по отношению к другим зданиям.

При разработке генерального плана предприятия обычно устанавливаются зоны горячих, обрабатывающих, деревообрабатывающих цехов, а также энергетических цехов (станций), общезаводских служб и учреждений.

Расположение зданий и сооружений на территории завода должно обеспечить возможность дальнейшего его развития без нарушений основной идеи генерального плана и без сноса ранее построенных объектов.

Пространственное размещение основных и вспомогательных служб влияет на экономику и организацию производства, определяет эффективность использования площади, направление и протяженность транспортных грузопотоков. Так, эффективность использования площади участка предприятия характеризуется коэффициентом плотности застройки участка и коэффициентом использования площади участка, которые представляют собой соответственно отношение площади, занимаемой зданием и крытыми сооружениями, или площади, занимаемой зданиями, сооружениями и всеми устройствами, к площади всего участка. Для новых заводов первый из этих коэффициентов находится в пределах 0,35–0,45, а второй – 0,45–0,55. Наилучшее использование площади участка достигается при плотном расположении зданий; правильной конфигурации и соотношении размеров участка; максимально возможной блокировке зданий; простоте их конфигурации; максимально допустимой этажности; рациональной схеме расположения проездов, подъездных и железнодорожных путей.

Протяженность транспортных путей зависит от размещения цехов и вспомогательных общезаводских служб на территории предприятия; участков и вспомогательных общеучастковых, общецеховых служб на территории цеха; рабочих мест и вспомогательных общеучастковых служб на территории участка.

Учитывая многовариантность пространственной планировки, размещение подразделений предприятия, цеха и участка целесообразно осуществлять поэтапно.

Первоначально размещают цехи, общезаводские производственные службы на территории предприятия; затем участки и общехозяйственные производственные службы на территории цеха и, наконец, рабочие места и общеучастковые производственные подразделения на территории участка.

В общем случае оптимальный вариант размещения подразделений предприятия на его территории может быть выбран на основе решения экономико-математической задачи, предполагающей минимизацию общей величины грузооборота между этими подразделениями:

$$\sum_{d=1}^n \sum_{b=1}^m G_{db} \cdot x_{db} \rightarrow \min, \quad (4.6)$$

где n – общее число цехов предприятия; m – общее число географических площадок; x_{db} – значение логической (булевой) переменной, показывающее, закрепляется ли d -й цех за b -й площадкой или нет:

$$\sum_{d=1}^n x_{db} = 1; \quad (4.7)$$

$$\sum_{b=1}^m x_{db} = 1; \quad (4.8)$$

$$x_{db} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}. \quad (4.9)$$

G_{db} – величина грузооборота, возникающего между складами предприятия и его d -м цехом, в том случае, если этот цех размещается на b -й площадке:

$$G_{db} = \sum_{s=1}^k g_{sd} \cdot l_{sb}, \quad (4.10)$$

где k – общее количество складов, с которыми у d -го цеха установлены грузопотоки; l_{sb} – расстояние между s -м складом и b -й площадкой, на которой размещается d -й цех; g_{sd} – годовая масса грузов, поступающих с s -го склада в d -й цех:

$$g_{sd} = \sum_{i=1}^f N_i, \quad (4.11)$$

где f – общее количество наименований грузов, поступающих с s -го склада в d -й цех; N_i – годовая масса грузов i -го вида.

Сформулированная задача является типовой задачей о назначениях, решаемой стандартными экономико-математическими методами (в частности, симплекс-методом).

4.5. Внутренняя производственная структура основных цехов предприятия

Под *производственной структурой цеха* понимается состав входящих в него производственных участков, вспомогательных и обслуживающих подразделений, а также конфигурация связей между ними. Эта структура определяет разделение труда между подразделениями цеха, т. е. внутрицеховую специализацию и кооперирование производства.

Производственный участок как объединенная по тем или иным признакам группа рабочих мест представляет собой структурную единицу цеха, которая выделяется в отдельную административную единицу и возглавляется мастером при наличии в одну смену не менее 25 рабочих.

Рабочее место, являющееся первичным структурным элементом участка, – закрепленная за одним рабочим или бригадой рабочих часть производственной площади с находящимися на ней орудиями и другими средствами труда, в том числе инструментами, приспособлениями, подъемно-транспортными и иными устройствами соответственно характеру работ, выполняемых на данном рабочем месте.

В основу формирования производственных участков, так же как и цехов, может быть положена технологическая или предметная форма специализации.

При *технологической специализации* участки оснащаются однородным оборудованием (групповое расположение станков) для выполнения определенных операций технологического процесса. Так, механический цех может включать токарный, фрезерный, револьверный, сверлильный и другие участки. Преимущества и недостатки технологической формы специализации участков аналогичны тем, которые имеют место для цехов в целом.

При *предметной форме специализации* цех разбивается на предметно-замкнутые участки, каждый из которых специализирован на выпуске относительно узкой номенклатуры изделий, имеющих сходные конструктивно-технологические признаки, и реализует законченный цикл их изготовления. Оборудование этих участков различается и располагается так, чтобы обеспечивалась более полная реализация

принципа прямоточности движения закрепленных за участком деталей. В практической деятельности, как правило, выделяют три вида предметно-замкнутых участков:

1) предметно-замкнутые участки по производству конструктивно и технологически однородных деталей (например, участки шлицевых валиков, втулок, фланцев, шестерен и т. п.);

2) предметно-замкнутые участки по производству конструктивно разнородных деталей, весь технологический процесс изготовления которых состоит, однако, из однородных операций и одинакового технологического маршрута (например, участок круглых деталей, участок плоских деталей и т. п.);

3) предметно-замкнутые участки по производству всех деталей узла, подузла, мелкой сборочной единицы или всего изделия (здесь обычно применяется покомплектная система оперативного планирования, в которой за планово-учетную единицу принимается узловый комплект).

Организация предметно-замкнутых участков обуславливает почти полное отсутствие производственных связей между участками, обеспечивает экономическую целесообразность использования высокопроизводительного специализированного оборудования и технологической оснастки, позволяет получать минимальную продолжительность производственного цикла изготовления деталей, упрощает управление производством внутри цеха. Другие преимущества и недостатки предметной формы специализации участков аналогичны преимуществам и недостаткам при формировании цехов по этой форме специализации. В цехах предметной специализации могут быть созданы участки как предметной, так и технологической специализации, а в цехах технологической специализации – участки технологические, сформированные по группам оборудования и габаритам изделий. Важной частью производственной структуры цеха является состав вспомогательных и обслуживающих подразделений. К ним относятся: участок ремонта оборудования и технологической оснастки, участок централизованной заточки инструмента. Данные участки разгружают вспомогательные цехи (ремонтно-механический, инструментальный и др.) от выполнения мелких заказов и срочных работ.

В состав обслуживающих структурных подразделений цехов основного производства входят:

1) складские помещения (материальные и инструментальные кладовые цеха);

2) внутрицеховой транспорт (тележки, электрокары, конвейеры и др.);

3) пункты для осуществления технического контроля качества продукции, оснащенные контрольно-измерительной техникой.

ТЕМА 5. СУЩНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ВО ВРЕМЕНИ

- Общая структура производственного цикла изготовления изделия.
 - Основные конфигурации производственного цикла простых процессов.
 - Оценка длительности производственного цикла сложных процессов.
 - Основные пути сокращения длительности производственного цикла.
-

5.1. Общая структура производственного цикла изготовления изделия

Построение производственного процесса во времени предполагает определенное упорядочение отдельных его элементов. Основным параметром, выражающим такое упорядочение, является производственный цикл, базовыми характеристиками которого являются длительность и структура.

Длительность производственного цикла – это календарный промежуток времени, в течение которого полностью выполняются все стадии и операции производственного процесса. В большинстве случаев длительность производственного цикла выражается в календарных днях или рабочих сменах, а для относительно мелких изделий и деталей – в рабочих часах и минутах. Длительность производственного цикла напрямую зависит от его структуры и принятого способа совмещения производственных операций.

Структура производственного цикла зависит от отраслевых особенностей производства, производственной структуры предприятия, степени сложности изготавливаемой продукции, используемой системы оперативного управления производством и других факторов.

При расчете длительности производственного цикла учитываются все виды перерывов, возникающих в рамках производственного процесса, в том числе перерывы между отдельными операциями, между отдельными производственными подразделениями (цехами и участками) и между отдельными рабочими сменами.

Перерывы партионности учитываются в тех случаях, когда предметы труда обрабатываются партиями, а оценка длительности цикла проводится для отдельной единицы изделия. В этом случае перерывы партионности характеризуют время пролеживания детали в ожидании своей очереди на обработку, а также после окончания обработки в ожидании завершения данной операции для всех оставшихся деталей партии.

Перерывы ожидания выражают время пролеживания деталей или их партий перед отдельными операциями, возникающее из-за несогласованности сроков окончания предыдущей операции и сроков начала последующей операции. Обычно такие перерывы возникают в том случае, если на рабочих местах одновременно ведется обработка нескольких различных видов деталей с разной трудоемкостью. При этом рабочие места на последующие операции могут освободиться несколько позже, чем закончат свою работу рабочие места на предыдущей операции.

Перерывы комплектования выражают время, в течение которого отдельные виды деталей или сборочных единиц пролеживают после своей обработки в ожидании окончания обработки других видов деталей или сборочных единиц, которые совместно с анализируемыми деталями должны сформировать единый комплект, одновременно передаваемый в следующие подразделения. Такие перерывы возникают в том случае, если оперативное управление производством основывается на комплектно-сборочной системе планирования.

5.2. Основные конфигурации производственного цикла простых процессов

Простыми называются те производственные процессы, которые не предполагают выполнения каких-либо сборочных операций. Построение таких процессов во времени основывается на сочетании двух базовых принципов: принципа непрерывности и принципа параллельности. В зависимости от степени выполнения таких принципов производственный цикл простого процесса может иметь три основные конфигурации:

- 1) последовательную;
- 2) параллельную;
- 3) последовательно-параллельную.

Последовательный способ построения простого производственного процесса во времени отличается тем, что здесь предметы труда передаются между операциями всей партией сразу, и обработка такой партии на каждой последующей операции начинается только после окончания обработки последней детали на предыдущей операции. Наиболее распространен данный способ в мелкосерийном и единичном производстве. Основным его достоинством является непрерывная загрузка рабочих мест на каждой операции. Основным недостатком выступает максимальная длительность производственного цикла, и, следовательно, увеличение объема оборотных средств предприятия, связываемых в незавершенном производстве.

Продолжительность операционного технологического цикла обработки партии деталей при последовательном виде движения определяется по формуле

$$T_{\text{ц(посл)}} = n \sum_{i=1}^m t_i, \quad (5.1)$$

где n – число деталей в обрабатываемой партии, шт.; m – число операций технологического процесса; t_i – штучное время выполнения i -й операции для одной детали партии, мин.

Если на одной или нескольких операциях обработка деталей ведется одновременно на нескольких рабочих местах, то зависимость (5.1) принимает более общую форму

$$T_{\text{ц(посл)}} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{C_{\text{р.м}_i}}, \quad (5.2)$$

где $C_{\text{р.м}_i}$ – число рабочих мест на i -й операции.

Производственный цикл всегда продолжительнее технологического цикла, так как кроме выполнения технологических операций в него включается время на выполнение контрольных и транспортных операций, время, затрачиваемое на естественные процессы, и время различных перерывов. Однако на практике не все виды затрат времени из-за их незначительной величины учитываются при расчете продолжительности производственного цикла. Как правило, учитывают три основные его составляющие: продолжительность технологиче-

ского цикла (с учетом перерывов партионности), время естественных процессов и время перерывов, не перекрываемых технологическим циклом, т. е.

$$T_{\text{ц(посл)}}^{\text{пр}} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{C_{\text{р.м}_i}} + m \cdot t_{\text{мо}} + T_e, \quad (5.3)$$

где $t_{\text{мо}}$ – средняя продолжительность одного межоперационного перерыва, мин; T_e – длительность естественных процессов, мин.

Параллельный способ построения простого производственного процесса во времени ориентирован на максимальное выполнение принципа параллельности, однако в первоначальном своем виде не позволяет в полной мере обеспечить непрерывность производственного процесса. При данном способе сочетания операций движение предметов труда происходит не всей партией сразу, а ее отдельными частями (передаточными партиями), обработка каждой из которых на каждой из последующих операций начинается сразу же после окончания ее обработки на предыдущей операции.

Основным достоинством данного способа является возможность минимизации длительности производственного цикла и высвобождения части оборотных средств предприятия. Основной же недостаток заключается в снижении отдачи основных производственных ресурсов за счет появления перерывов в работе отдельных рабочих мест. Для устранения данного недостатка используется два основных метода:

- 1) изменение фронта работ на наиболее трудоемких операциях;
- 2) синхронизация длительности отдельных операций за счет изменения технологических режимов их выполнения.

Основной сферой применения параллельного способа сочетания операций является крупносерийное и массовое производство, условия которых благоприятны для синхронизации работы смежных рабочих мест и устранения перерывов.

Продолжительность операционного технологического цикла изготовления партии деталей при параллельной форме движения предметов труда можно рассчитать по формуле

$$T_{\text{ц(пар)}} = (n - p)t_{\text{max}} + p \sum_{i=1}^m t_i, \quad (5.4)$$

где p – размер транспортной партии (т. е. количество одновременно передаваемых по операциям деталей), шт.

Если на отдельных операциях работа выполняется одновременно на нескольких рабочих местах, то формула (5.4) принимает вид:

$$T_{ц(пар)} = (n - p) \frac{t_{\max}}{C_{р.м}} + p \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{C_{р.м_i}}. \quad (5.5)$$

Продолжительность производственного цикла при параллельном способе движения деталей по операциям определяется по формуле

$$T_{ц(пар)}^{пр} = (n - p) \frac{t_{\max}}{C_{р.м}} + p \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{C_{р.м_i}} + m \cdot t_{мо} + T_e. \quad (5.6)$$

Последовательно-параллельный способ сочетания операций является результатом логического объединения двух предыдущих способов и ориентирован на то, чтобы одновременно обеспечить выполнение как принципа непрерывности, так и принципа параллельности. При данном способе предметы труда передаются между операциями передаточными партиями, однако обработка таких партий начинается не сразу же после их поступления на рабочие места, а только тогда, когда на данном рабочем месте будет накоплен необходимый запас незавершенного производства, позволяющий обеспечить непрерывность загрузки оборудования.

Основной сферой применения данного способа является серийное производство. Основными достоинствами последовательно-параллельного способа сочетания операций являются непрерывный производственный процесс и относительно небольшой производственный цикл.

Основной недостаток данного способа сочетания операций состоит в определенном увеличении длительности производственного цикла по сравнению с параллельным способом.

Продолжительность операционного технологического цикла изготовления партии деталей при последовательно-параллельном виде движения можно определить по формуле

$$T_{ц(пп)} = n \sum_{i=1}^m t_i - (n - p) \sum_{i=1}^{m-1} t_{\min(i,i+1)}, \quad (5.7)$$

где $t_{\min(i,i+1)}$ – продолжительность наименее трудоемкой из пары рассматриваемых технологических операций (i -й операции и $(i+1)$ -й операции), мин.

Если на отдельных операциях обработка деталей ведется одновременно на нескольких рабочих местах, то зависимость (5.7) принимает следующую общую форму:

$$T_{ц(пп)} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{C_{р.м_i}} - (n-p) \sum_{i=1}^{m-1} \frac{t_{\min(i,i+1)}}{C_{р.м}}. \quad (5.8)$$

Продолжительность производственного цикла при последовательно-параллельном способе движения деталей по операциям определяется по формуле

$$T_{ц(пп)}^{пр} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{C_{р.м_i}} - (n-p) \sum_{i=1}^{m-1} \frac{t_{\min(i,i+1)}}{C_{р.м}} + m \cdot t_{мо} + T_e. \quad (5.9)$$

5.3. Оценка длительности производственного цикла сложных процессов

Сложный производственный процесс отличается наличием сборочных операций. В структуру такого процесса входят частные процессы изготовления всех необходимых деталей, процессы сборки всех узлов и подузлов, генеральная сборка конечного изделия, его контрольное испытание и наладка, а также операции упаковки и подготовки к реализации. В единичном производстве в структуру производственного цикла сложного процесса принято также включать операции по проектированию и технической подготовке производства соответствующего изделия.

В общем случае производственный цикл сложного процесса включает в себя множество структурных элементов, распределенных между различными подразделениями предприятия (цехами) и выполняемых во времени как последовательно, так и параллельно. Выполнение отдельных элементов сложного процесса нуждается в определенной координации, целями которой являются:

- минимизация общей продолжительности производственного цикла изготовления изделия;
- обеспечение максимально полной загрузки всех подразделений и рабочих мест;
- завершение всего производственного процесса к установленным срокам.

Непосредственному построению сложного производственного процесса во времени предшествует расчет календарно-плановых нор-

мативов производства, к числу основных из которых в данном случае относятся:

- 1) размеры партий обрабатываемых предметов труда по каждому их наименованию и каждому производственному подразделению;
- 2) длительность производственного цикла обработки партий каждого вида в каждом из подразделений;
- 3) нормативные величины межоперационных и межцеховых перерывов.

Построение сложного производственного процесса во времени предполагает отображение хода такого процесса в виде специального циклового графика. Алгоритм построения такого графика включает следующие основные этапы:

1. Осуществляется построение первичного циклового графика с учетом максимально возможного запараллеливания отдельных работ и частных процессов. Основой для построения такого графика являются:

- величина расчетных календарно-плановых нормативов;
- данные о принятом режиме работы предприятия;
- веерная схема сборки изделия, т. е. логическая структура, которая показывает, из каких элементов и в какой последовательности должны изготавливаться отдельные узлы и изделия в целом. Пример веерной схемы сборки изделия представлен на рис. 5.2.

Построение циклового графика осуществляется в последовательности, обратной ходу производственного процесса. Пример циклового графика представлен на рис. 5.3.

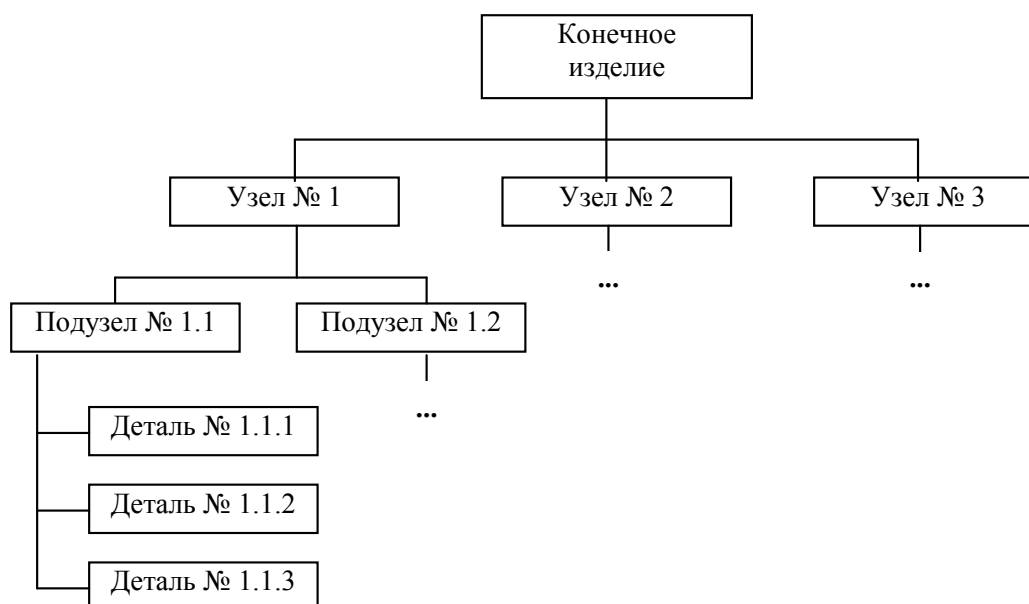


Рис. 5.2. Пример веерной схемы сборки изделия

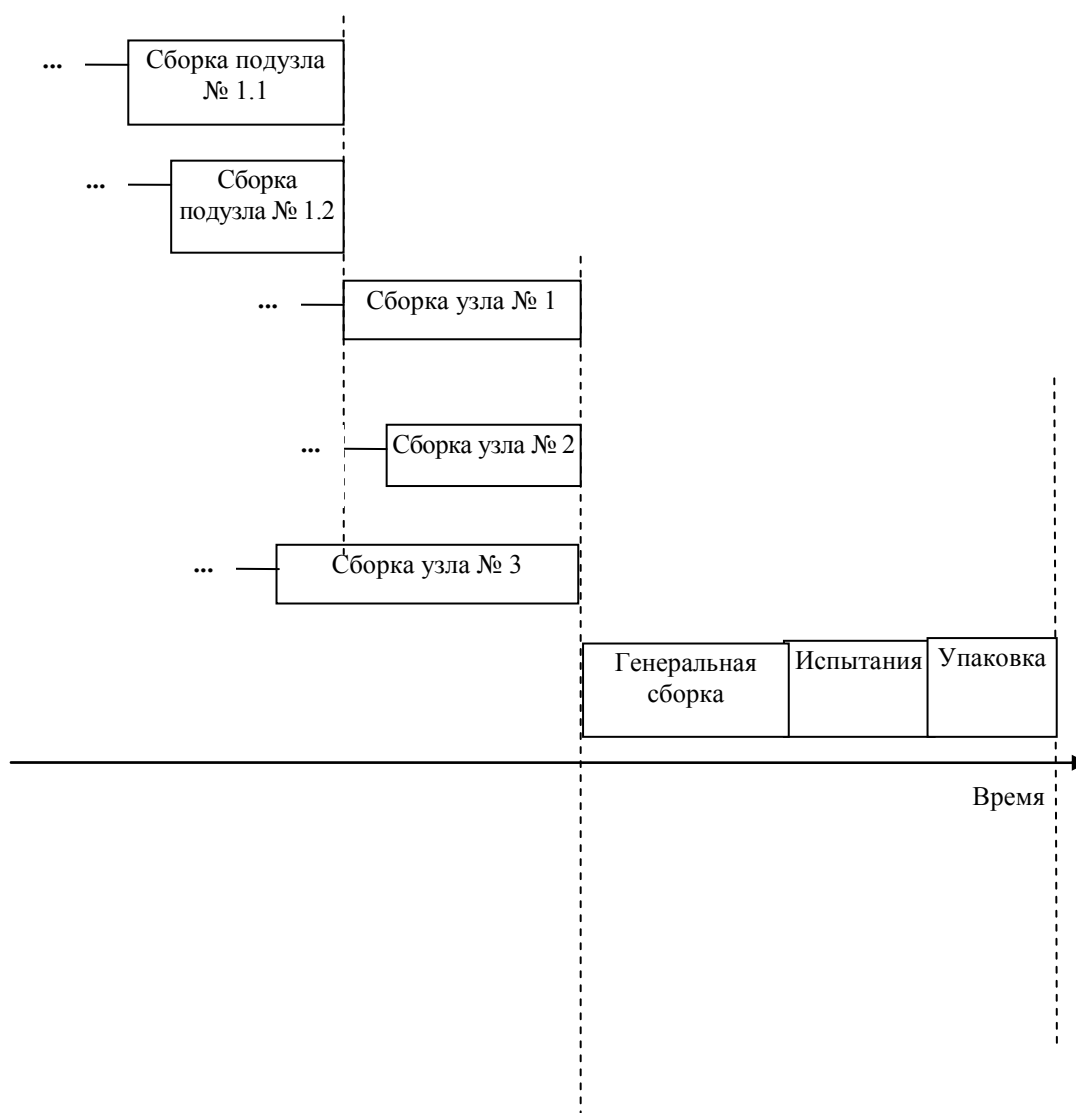


Рис. 5.3. Пример циклового графика сложного производственного процесса

2. Осуществляется закрепление операций по обработке каждой из деталей и сборке каждого из узлов за отдельными производственными подразделениями и отдельными рабочими местами. По результатам такого закрепления просчитывается ожидаемый уровень загрузки каждого из рабочих мест. Если такая загрузка оказывается избыточной и отсутствует возможность расширения фронта работ, то изначально закрепленные за данным рабочим местом операции перепроектируются и время их выполнения сдвигается на более ранние сроки.

3. С учетом запланированных изменений в ходе производственного процесса строится итоговый вариант циклового графика, на основе которого определяется ожидаемая длительность производствен-

ного процесса, устанавливается опережение запуска в обработку отдельных деталей и узлов и фиксируется срок начала всего производственного процесса.

Для сложных многокомпонентных изделий построение и оптимизация циклового графика оказываются достаточно трудоемкими, поэтому выполнение таких расчетных операций целесообразно осуществлять с помощью специализированных программ для ЭВМ.

5.4. Основные пути сокращения длительности производственного цикла

Сокращение длительности производственного цикла имеет большое экономическое значение, поскольку позволяет повысить гибкость производства и минимизировать величину оборотных средств предприятия, связываемых в незавершенном производстве.

В заводской практике производственный цикл сокращается одновременно по трем основным направлениям:

- 1) уменьшается время трудовых процессов;
- 2) сокращается время естественных процессов;
- 3) полностью ликвидируются или сводятся к минимуму различные перерывы.

Сокращение штучного времени выполнения технологических операций обычно осуществляется по следующим основным направлениям:

- интенсификация технологических операций за счет внедрения скоростных методов обработки и концентрации отдельных операций (многоинструментальная обработка);
- замена технологических операций более производительными;
- комплексная механизация и автоматизация производства;
- повышение технологичности конструкции изделий на основе стандартизации отдельных их деталей и узлов.

Продолжительность подготовительно-заключительных операций может минимизироваться за счет:

- применения прогрессивных методов смены технологической оснастки;
- расширения использования универсальных технологических приспособлений и инструмента, адаптированных к выполнению различных операций (групповая технологическая оснастка);
- выполнения работ по переналадке оборудования во внерабочие смены и междусменные перерывы.

Продолжительность транспортных операций может минимизироваться за счет:

- перепланировки цехов и участков с целью повышения прямо- точности производственного процесса;
- механизации и автоматизации погрузо-разгрузочных и транс- портных операций;
- расширения использования предметной формы специализации производственных подразделений.

Продолжительность контрольных операций может быть сокра- щена за счет:

- оптимизации используемых планов контроля;
- оптимизации размеров контролируемых выборок предметов труда;
- расширения использования самоконтроля производственных рабочих;
- совмещения технологических и контрольных операций;
- автоматизации контрольных операций.

Основным методом сокращения длительности естественных про- цессов является их замена соответствующими трудовыми процессами с большей интенсивностью протекания. Например, естественная сушка некоторых окрашенных деталей может быть заменена индукционной сушкой в поле токов высокой частоты со значительным (в 5–7 раз) ускорением процесса. Вместо естественного старения отливок ответст- венных деталей, длящегося 10–15 суток и более, во многих случаях мо- жет быть применено искусственное старение в термических печах в те- чение нескольких часов.

Продолжительность межоперационных перерывов может быть сокращена следующими основными методами:

- 1) изменение размеров передаточных партий предметов труда;
- 2) расширение использования параллельного и последователь- но-параллельного способов сочетания операций;
- 3) синхронизация длительности отдельных операций, выпол- няемых на одном и том же рабочем месте.

Межцеховые перерывы могут быть минимизированы за счет развития предметной формы специализации производственных под- разделений, а также за счет перехода к использованию более прогрес- сивных систем оперативного управления производством (например, система управления по цикловым комплектам).

Сокращение междусменных перерывов может осуществляться за счет изменения режима работы предприятия, в частности, за счет внедрения двух- и трехсменной работы тех подразделений, которые изготавливают наиболее трудоемкие детали и узлы изделий, лимитирующие ход всего производственного процесса.

Для выявления наиболее приоритетных направлений оптимизации производственного цикла используется метод фотографии рабочего дня.

ТЕМА 6. ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА В ОСНОВНЫХ ЦЕХАХ ПРЕДПРИЯТИЯ

- Организация производственного процесса в заготовительных цехах.
 - Организация производственного процесса в обрабатывающих цехах.
 - Организация производственного процесса в сборочных цехах.
-

6.1. Организация производственного процесса в заготовительных цехах

Заготовительные цехи промышленных (в частности, машиностроительных) предприятий осуществляют первичную стадию производственного процесса – превращение исходного сырья и конструкционных материалов в заготовки деталей, подлежащие последующей обработке и сборке. Несмотря на то что по мере углубления специализации машиностроительных предприятий многие из них отказываются от содержания собственной заготовительной базы и переходят на использование услуг независимых сторонних производителей заготовок, тем не менее на сегодняшний день заготовительные цехи остаются неотъемлемыми элементами производственной структуры большинства крупных и средних предприятий машиностроения. Основными из таких цехов являются кузнечные, в которых реализуются технологические процессы обработки материалов давлением, и литейные, в которых изготовление заготовок осуществляется разнообразными методами литья. Работа заготовительных цехов является важным фактором, определяющим экономическую эффективность и

качество работы всей производственной цепочки в целом. На сегодняшний день удельный вес затрат на изготовление заготовок в общей себестоимости машиностроительной продукции для литейного производства колеблется в пределах 15–30 %, а для ковочного и штамповочного производства – в пределах 30–75 %. В связи с этим оптимизация производственного процесса в заготовительных цехах является одним из основных условий обеспечения эффективной работы всего машиностроительного производства в целом.

Осуществляемые в заготовительных цехах производственные процессы имеют ряд *специфических особенностей*, существенно влияющих на применяемые в таких цехах методы управления производством. Основными из таких особенностей являются следующие:

1. Относительно малая связь конструкции оборудования с формами изготавливаемых заготовок. Используемое в заготовительных цехах технологическое оборудование отличается высокой универсальностью как по номенклатуре изготавливаемых заготовок, так и по их габаритам. На одних и тех же технологических агрегатах в таких цехах можно без значительной переналадки изготавливать разнообразные заготовки, сходные между собой только по требуемому классу точности изготовления и припускам на последующую обработку. В связи с этим в заготовительных цехах преобладает технологическая форма специализации и серийные методы запуска материалов в производство.

2. Стабильная повторяемость технологических процессов и отдельных операций. Выполняемые в заготовительных цехах технологические операции отличаются своей небольшой номенклатурой и однонаправленной связью между собой. Так, в литейных цехах технологический процесс реализуется по следующей стандартной схеме: *приготовление стержневых и формовочных смесей → формовка → → плавка → заливка → обрубка и очистка отливок*. В ковочных и штамповочных цехах технологические процессы протекают по еще более короткой схеме: *нагрев → деформация (ковка или штамповка) → → очистка заготовки*. Указанная логическая последовательность технологических операций не меняется при изменении номенклатуры изготавливаемых заготовок, благодаря чему в заготовительных цехах создаются благоприятные условия для обеспечения прямооточности производственного процесса и внедрения поточных методов производства.

3. Повышенные требования к непрерывности технологического процесса. Большинство технологий заготовительного производства не допускает значительных временных перерывов между отдельными операциями (например, между плавкой и заливкой металла в литейном производстве или между нагревом и деформацией в кузнечном), в связи с чем существенно повышаются требования ко внутрицеховой транспортной системе, прямоточности производства и слаженности работы всех основных и вспомогательных подразделений цеха.

4. Повышенные требования к обеспечению качества. Заготовительное производство характеризуется значительными механическими и физико-химическими воздействиями на предмет труда в процессе его обработки, в связи с чем в таком производстве существенно повышается риск возникновения тех или иных отклонений в параметрах получаемых заготовок от установленных требований, т. е. риск возникновения брака. В то же время качество изготовления заготовок напрямую влияет на издержки в обрабатывающих и сборочных звеньях производства и потому должно быть максимально высоким. В связи с этим в заготовительном производстве особое значение приобретает строгое соблюдение технологической дисциплины и систематическая реализация различных организационно-технических мероприятий, направленных на предотвращение брака и основывающихся на статистических методах управления качеством.

5. Высокий уровень вредных экологических воздействий. Заготовительное производство изначально отличается высоким уровнем температурных, шумовых воздействий на окружающую среду и значительными объемами вредных выбросов в атмосферу. Поэтому заготовительные производства обычно выносятся в отдельные здания, по отношению к обрабатывающим и сборочным цехам размещаются с подветренной стороны, отличаются повышенным вниманием к обеспечению безопасности труда работников.

Производственная структура заготовительных цехов включает в себя основные и вспомогательные отделения, прицеховые склады, служебные и бытовые помещения.

К основным отделениям кузнечных цехов относятся: заготовительное (осуществляет предварительную резку и раскрой применяемых конструкционных материалов), ковочное, штамповочное, термическое и очистное. В крупных цехах ковка и штамповка могут

осуществляться в нескольких отделениях в зависимости от мощности и габаритных параметров применяемых технологических агрегатов (например, в отделениях легких, средних и тяжелых прессов). В литейных цехах к числу основных отделений относятся: смесеприготовительное (осуществляет предварительное создание формовочных смесей), формовочное (осуществляет изготовление литейных форм), стержневое (изготавливает литейные стержни для последующего получения отверстий в отливках), плавно-заливочное, обрубное (осуществляет очистку полученных отливок) и термическое. В цехах точного литья по выплавляемым моделям дополнительно к перечисленным также могут создаваться модельное, обжиговое и выбивное отделения.

К числу вспомогательных отделений кузнечных цехов в общем случае относятся: контрольное, инструментально-штамповое (осуществляет хранение, комплектование и выдачу на рабочие места используемых инструментов и оснастки), насосно-трансформаторное (осуществляет подготовку рабочих энергоносителей (сжатого воздуха, воды и силовой электроэнергии) для последующего питания ими основных технологических агрегатов цеха) и ремонтно-механическое (выполняет ремонты и техническое обслуживание оборудования цеха, применяемых инструментов и оснастки). В литейных цехах вспомогательные отделения могут быть представлены ремонтно-слесарным, ковшовым и каркасным отделениями.

Прицеховые склады заготовительных производств создаются для обеспечения бесперебойности производственного процесса, осуществляют хранение и регламентируют движение в цехе основных и вспомогательных материалов, инструмента и оснастки, готовых заготовок, запасных частей для ремонта оборудования цеха и т. д.

Основной особенностью организации труда работников заготовительных цехов является преобладание бригадных методов работы, что объясняется необходимостью обслуживания крупных технологических агрегатов (ковочных и штамповочных машин, литейных конвейеров, формовочных машин и т. д.), требующих одновременно согласованного труда нескольких работников, обеспечивающего минимизацию перерывов между технологическими операциями. При этом важными особенностями самой бригадной формы организации труда в заготовительных цехах становятся отделение основных операций от вспомогательных и внутрибригадная специализация работников. Отделение вспомогательных технологических операций (на-

пример, подготовки литевых форм, загрузки шихты в литейных цехах или установки штампов и наладки машин в кузнечных цехах) от основных операций (например, заливки металла в формы в литейных цехах или штамповки в кузнечных) является важным инструментом, обеспечивающим сокращение длительности технологического цикла, уменьшение времени простоя технологических агрегатов и минимизацию перерывом между основными операциями. Осуществление такого отделения, выражающееся в закреплении различных работ за отдельными участниками рабочих бригад, в свою очередь, приводит к углублению трудовой специализации работников, благодаря которой обеспечивается повышение уровня производительности труда как самих этих работников, так и бригады в целом.

Проектирование заготовительных цехов предполагает выбор подходящей номенклатуры технологических агрегатов, расчет их необходимого количества, расчет величины потребных производственных площадей и разработку пространственных планировок цеха.

Выбор номенклатуры оборудования осуществляется в каждом случае индивидуально исходя из таких факторов, как конструктивные особенности планируемых к изготовлению заготовок, их габаритные размеры, плановые объемы производства, требуемый класс точности изготовления заготовок.

Расчет необходимого количества технологического оборудования осуществляется исходя из планируемого годового объема выпуска заготовок в натуральных единицах или единицах массы и исходя из удельной часовой производительности агрегатов соответствующего вида:

$$C_{\text{об}} = \frac{G_{\text{пл}}}{q_{\text{ч}}^{\text{уд}} \cdot F_{\text{эф}}^{\text{уд}}}, \quad (6.1)$$

где $G_{\text{пл}}$ – плановый годовой объем выпуска заготовок в натуральных единицах или единицах массы; $q_{\text{ч}}^{\text{уд}}$ – удельная часовая производительность одного технологического агрегата в натуральных единицах или единицах массы; $F_{\text{эф}}^{\text{уд}}$ – удельная величина годового эффективного фонда времени работы одного технологического агрегата, ч.

Расчет потребных площадей заготовительных цехов может осуществляться детализированным и укрупненным методом. При использовании детализированного метода величина необходимых площадей устанавливается параллельно с разработкой пространственных

планировок цеха исходя из габаритных размеров и количества выбранного технологического оборудования, площадей, необходимых для организации проходов и проездов между отделениями цеха, а также площадей, необходимых для организации прицеховых складов и служебных помещений. При укрупненном методе расчета производственные площади цеха устанавливаются ориентировочно на основании зависимостей следующего вида:

$$S = \frac{G_{\text{пл}}}{q_{\text{м}} \cdot K_{\text{п.в}}}, \quad (6.2)$$

где $q_{\text{м}}$ – съем продукции (заготовок) с одного квадратного метра площади при фиксированном времени работы, в натуральных единицах или единицах массы; $K_{\text{п.в}}$ – коэффициент пересчета времени работы оборудования в плановом периоде.

$$K_{\text{п.в}} = \frac{F_{\text{эф}}^{\text{уд}}}{F_{\text{фикс}}}, \quad (6.3)$$

где $F_{\text{эф}}^{\text{уд}}$ – удельная величина годового эффективного фонда времени работы одного технологического агрегата, ч; $F_{\text{фикс}}$ – величина фиксированного времени работы технологического агрегата, принятая в расчет при установлении съема продукции с одного квадратного метра площади цеха (смена, сутки и т. д.), ч.

Пространственные планировки заготовительных цехов разрабатываются с учетом необходимости обеспечения максимальной прямооточности технологического процесса и минимальной длительности и трудоемкости операций по внутрицеховой транспортировке грузов. Наиболее распространенными вариантами пространственной компоновки основных отделений таких цехов являются продольное расположение отделений относительно пролетов цеха, обеспечивающее возможность осуществления основных грузопотоков с помощью основных кран-балок, и поперечное расположение отделений относительно пролетов, обеспечивающее прямооточность производственного процесса и минимизирующее протяженность транспортных путей. Вспомогательные отделения располагаются либо в торцах пролетов цеха, либо в крайних боковых его пролетах. Склады сырья и материалов располагаются в начале основных технологических цепочек, а контрольно-проверочные пункты и склады готовых заготовок – в их

конце после очистных, обрубочных и других отделений, осуществляющих окончательную подготовку заготовок.

Основными направлениями совершенствования работы заготовительных цехов на современном этапе развития промышленного производства являются следующие:

1. *Максимальное приближение свойств и габаритных параметров заготовок к аналогичным характеристикам готовых деталей* на основе применения прогрессивных высокоточных технологий заготовительного производства, каковыми являются:

– в литейном производстве – литье в кокиль, литье в оболочковые формы, точное литье под давлением, центробежное литье и др.;

– в кузнечном производстве – штамповка в закрытых штампах, безоблойная штамповка, штамповка взрывом, гидроударная штамповка и др.

2. *Минимизация себестоимости заготовительных операций* за счет:

– концентрации и специализации заготовительного производства, выражающихся в укрупнении его масштабов и выделении заготовительных цехов в отдельные административно самостоятельные структурные единицы предприятий. Концентрация и специализация заготовительных производств обеспечивают возможности для их оснащения собственной лабораторной базой, автоматическими системами контроля качества, специализированными поточными линиями, что в итоге приводит к существенному сокращению затратоемкости заготовительных процессов;

– повышения производительности заготовительного производства на основе его комплексной механизации, автоматизации и внедрения поточных методов;

– применения групповых заготовительных технологий и групповой технологической оснастки, позволяющих существенно сократить длительность производственного цикла изготовления заготовок, минимизировать затраты на переналадку оборудования и издержки, связанные с хранением значительных запасов разнообразных средств технологического оснащения.

3. *Повышение экологической безопасности заготовительного производства* на основе:

– внедрения прогрессивных заготовительных технологий, обеспечивающих минимизацию отходов производства и обеспечивающих возможность вторичного использования отработанных вспомогательных материалов;

- аутсорсинга заготовительных процессов и перехода машиностроительных предприятий на использование услуг высокоспециализированных и концентрированных производителей заготовок;
- оснащения заготовительных производств эффективными системами очистки возникающих выбросов.

6.2. Организация производственного процесса в обрабатывающих цехах

Обрабатывающие цеха являются основным элементом производственной структуры современных промышленных (в частности, машиностроительных) предприятий и выполняют операции по превращению предварительно изготовленных или закупленных у сторонних поставщиков заготовок в готовые детали, предназначенные для последующей сборки узлов и готовых изделий. На сегодняшний день процесс механической обработки является наиболее трудо- и затратно-элементом общих производственных процессов изготовления продукции машиностроительных отраслей. В зависимости от отраслевой принадлежности предприятий удельный вес механообрабатывающих операций в общей трудоемкости изготовления изделий колеблется в пределах 40–60 %, а доля затрат на механическую обработку деталей в общей производственной себестоимости продукции составляет в среднем 60–70 %. Основной причиной столь высоких затрат на выполнение обрабатывающих операций является относительно невысокая точность большинства применяемых на предприятиях технологий заготовительного производства, вследствие которой габаритные параметры заготовок и готовых деталей существенно отличаются друг от друга, а припуски на механическую обработку являются весьма значительными.

В зависимости от масштабов производства и конструктивных особенностей изготавливаемой продукции на машиностроительных предприятиях может быть несколько механообрабатывающих цехов, которые могут выполнять либо полный набор обрабатывающих операций по ограниченной номенклатуре видов продукции (предметная форма специализации), либо узкий перечень операций по всей номенклатуре выпускаемых предприятием изделий (технологическая форма специализации). На некоторых предприятиях образуются объединенные механосборочные цехи, которые наряду с механической обработкой деталей также осуществляют сборку узлов и готовых изделий. Данный способ построения производственной структуры в основном применяется на предприятиях с серийным типом производства.

Основными *отличительными особенностями* работы механообрабатывающих цехов, определяющими применяемые в этих цехах формы организации производственного процесса, являются:

1. Многономенклатурность производимых деталей. В обрабатывающих цехах, особенно при технологической форме их специализации, одновременно осуществляется изготовление большого числа различных деталей и мелких сборочных единиц. В связи с этим существенно возрастает сложность процессов планирования работы таких цехов, которое помимо прочего должно обеспечивать установление оптимальной очередности изготовления партий деталей различных видов, рациональных режимов обеспечения рабочих мест инструментом и технологической оснасткой, оптимальных графиков внутрицеховой транспортировки партий деталей и т. д.

2. Большое количество технологических операций, выполняемых над каждой деталью. В механообрабатывающих цехах превращение исходных заготовок в готовые детали осуществляется за счет выполнения широкого набора различных технологических операций (токарных, фрезерных, сверлильных, протяжных, строгальных, шлифовальных и др.), которые могут выполняться в различной последовательности, что дает возможность использования в таких цехах различных методов сочетания таких операций во времени (последовательного, параллельного и последовательно-параллельного) и позволяет достаточно легко осуществлять пространственную перепланировку производственных участков.

3. Высокий уровень разделения труда. В связи с многономенклатурностью производства и разнообразием выполняемых технологических операций в обрабатывающих цехах создаются условия для повышения уровня разделения труда и специализации отдельных рабочих мест, т. е. закрепления за каждым из них относительно узкого фрагмента общего технологического процесса. Расчлененность трудового процесса и специализация рабочих мест приводят к тому, что в обрабатывающих цехах одновременно применяется широкая номенклатура видов оборудования и технологической оснастки, различающихся как по назначению, так и по своему конструктивному исполнению.

Производственная структура механообрабатывающих цехов в общем случае включает в себя основные производственные отделения (участки), внутрицеховые вспомогательные подразделения, а также служебные и хозяйственно-бытовые помещения. Основные

производственные участки обрабатывающих цехов могут быть специализированы по технологическому, предметному или смешанному принципам.

Технологическая форма специализации характеризуется созданием участков, на которых рабочие места (оборудование) специализированы по признаку их технологической однородности и размеров. При данной форме специализации в механообрабатывающих цехах создаются участки, представляющие собой группы однотипных (токарных, фрезерных, сверлильных и др.) и сходных по своим габаритам станков (крупных, средних и малых). На технологических участках (при групповом расположении оборудования) партии деталей могут обрабатываться одновременно на нескольких единицах оборудования (станках-дублерах). В данном случае может быть организовано многостаночное обслуживание, при котором значительно сокращается длительность производственного цикла обработки партии деталей, снижается себестоимость их обработки. Недостатком технологической специализации является невозможность организации прямого передвижения деталей в процессе обработки. Отличительной особенностью технологически специализированных участков является то, что они не всегда выступают самостоятельными административно-обособленными единицами. В некоторых случаях старшему мастеру может подчиняться несколько родственных участков в зависимости от их размеров (числа единиц оборудования и количества рабочих), что позволяет повысить скоординированность работы цеха и оптимизировать штат его управленческого персонала.

При *предметной форме специализации* в обрабатывающих цехах создаются производственные участки, специализирующиеся на изготовлении отдельных разновидностей деталей. Они могут быть предметно-замкнутыми и предметно-групповыми. На предметно-замкнутых участках (ПЗУ) производится полная (или почти полная, без отдельных операций) обработка заготовок, в результате которой получают готовые детали, предназначенные для укомплектования конкретного изделия или его узла. Достоинствами предметной формы специализации участков являются сокращение длительности производственного цикла, минимизация объемов незавершенного производства и четкое разделение ответственности за качество изготавливаемых деталей. Вместе с тем использование предметной формы специализации участков оправдано только в условиях крупносерийного и массового производства, отличающихся относительно узкой номенклатурой изготавливаемых деталей и узлов.

На практике различают следующие разновидности предметно-замкнутых участков:

– участки с одинаковыми или однородными технологическими процессами или маршрутами движения (например, обработка корпусов одного типа, но разных размеров);

– участки разнообразных деталей, сходных по конфигурации и операциям обработки (например, детали плоские, детали типа тел вращения и др.);

– участки деталей, сходных по габаритам и операциям обработки (например, детали крупные, мелкие и т. д.);

– участки деталей из материалов и заготовок определенного вида (поковок, штамповок, сплавов, пластмасс, керамики и т. д.).

Работа предметно-замкнутых участков организуется на основе следующих календарно-плановых нормативов:

1) размер партии деталей конкретного наименования;

2) периодичность (ритмичность) чередования партий деталей этого наименования;

3) число партий по каждому наименованию деталей, обрабатываемых на участке за плановый период;

4) количество единиц оборудования по каждой операции производственного процесса и коэффициент его загрузки;

5) продолжительность производственного цикла обработки партии деталей каждого наименования.

На основе расчета данных нормативов составляются стандарт-планы работы ПЗУ (детализированные календарные графики загрузки отдельных рабочих мест участка) и устанавливаются нормативные объемы производственных заделов и незавершенного производства.

Поскольку полностью замкнуть процесс изготовления детали на одном участке в некоторых случаях невозможно, допускается частичная кооперация ПЗУ с другими участками цеха (как правило, имеющими технологическую специализацию).

При предметно-групповой форме специализации производственные участки также занимаются изготовлением ограниченной номенклатуры сходных деталей, однако, в отличие от обычных предметно-специализированных участков, используют в своей работе групповые технологии обработки. Сущность данного подхода заключается в разработке единого технологического процесса и общей технологической оснастки для группы сходных между собой деталей или операций, для которых требуются однотипное оборудование. Такой подход способствует применению технологии, в определенной мере

соответствующей уровню технологии крупносерийного и массового производств. Групповое производство может быть создано в виде подетально-групповых цехов и групповых (многопредметных) поточных линий, где детали обрабатываются без переналадки станков. В дополнение к преимуществам предметно-замкнутых участков подетально-групповые участки обладают следующими достоинствами:

- отсутствие времени на переналадку станков, что приводит к снижению себестоимости обработки деталей, повышению производительности и увеличению коэффициента использования оборудования;

- упрощение внутрицехового оперативно-производственного планирования и управления за счет сокращения внешних связей каждого участка;

- повышение степени саморегулирования участком вследствие увеличения внутренних связей на участке.

При использовании *смешанной формы специализации* наиболее сложные и трудоемкие детали обрабатываются на специально выделенных предметных участках или линиях, а все прочие детали – на технологически специализированных участках с групповой расстановкой оборудования.

В число *вспомогательных подразделений* обрабатывающих цехов могут входить:

- заготовительные отделения (осуществляют операции по предварительному раскрою материалов, центровке и обдирке заготовок);

- ремонтно-механические участки (выполняют текущие и средние ремонты оборудования цеха, проводят его периодические осмотры, проверку, чистку и смену масел);

- инструментально-раздаточные кладовые (обеспечивают рабочих цеха необходимым инструментом, контролируют движение инструмента в цехе и организуют передачу изношенного инструмента общезаводским инструментальным службам для восстановления и ремонта);

- участки централизованной заточки инструментов (производят централизованную заточку режущего инструмента);

- мастерские по ремонту приспособлений (осуществляют ремонт, восстановление и модернизацию используемой на рабочих местах цеха технологической оснастки);

- пункты технического контроля (выполняют промежуточный пооперационный и окончательный контроль качества изготавливаемых в цехе деталей);

– внутрицеховые склады и кладовые (осуществляют хранение поступающих в цех заготовок, полуфабрикатов с незаконченной обработкой и полностью готовых деталей, предназначенных для передачи в сборочные цехи).

Первоначальной функцией управления работой обрабатывающих цехов является их *проектирование*, в ходе которого решаются следующие основные задачи:

- 1) проводится расчет необходимого числа единиц оборудования;
- 2) рассчитываются величины производственных площадей;
- 3) разрабатываются пространственные планировки подразделений цеха и отдельных рабочих мест.

Расчет необходимого числа единиц оборудования может выполняться детализированным и укрупненным методами. Детализированный расчет основывается на сопоставлении плановой станкоемкости производственной программы деталей, подлежащих обработке анализируемыми станками (токарными, фрезерными и т. д.) в рассматриваемом цехе или на участке, с эффективным фондом времени одного такого станка за соответствующий период, скорректированным на плановый уровень выполнения норм:

$$C_{\text{ст}} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \cdot t_{\text{шт}_i}}{F_{\text{эф}}^{\text{уд}} \cdot K_{\text{вн}}}, \quad (6.4)$$

где n – число видов деталей, подлежащих обработке на станках рассматриваемого типа в рамках планового периода; N_i – плановый объем выпуска деталей i -го вида за рассматриваемый период времени, шт.; $t_{\text{шт}_i}$ – штучное время обработки одной детали i -го вида, мин; $F_{\text{эф}}^{\text{уд}}$ – удельная величина эффективного фонда времени работы оборудования в рассматриваемом периоде, мин; $K_{\text{вн}}$ – плановый коэффициент выполнения норм.

Детализированный метод расчета применяется в условиях серийного и массового производства, при наличии точно установленной номенклатуры и объемов выпуска продукции, детально разработанных технологических процессов и норм времени на каждую деталиеоперацию.

Укрупненный метод расчетов оборудования применяется в мелкосерийном и единичном производстве, если точная номенклатура подлежащих обработке деталей неизвестна. В данном случае при оп-

ределении количества оборудования расчет ведется на основе таких статистически определяемых показателей, как: съем продукции с одного станка в натуральном выражении при фиксированном времени работы; съем продукции с одного станка в стоимостном выражении при фиксированном времени работы; станкоемкость обработки 1 тонны деталей и т. д. При использовании данного метода расчет плановой потребности в оборудовании осуществляется на основе сопоставления ожидаемых объемов производства в натуральном, стоимостном или трудовом выражении с соответствующими параметрами работы одного станка по формулам следующих типов [формулы (6.5) и (6.7)]:

$$C_{\text{ст}} = \frac{П_{\text{в}}}{b_{\text{ст}} \cdot K_{\text{п.в}}}, \quad (6.5)$$

где $П_{\text{в}}$ – валовой объем выпуска продукции в натуральном или стоимостном выражении в рассматриваемом периоде, ед.; $b_{\text{ст}}$ – съем продукции с одного станка в натуральном или стоимостном выражении при фиксированном времени работы, ед.; $K_{\text{п.в}}$ – коэффициент пересчета времени работы станков в плановом периоде.

$$K_{\text{п.в}} = \frac{F_{\text{эф}}^{\text{уд}}}{F_{\text{фикс}}}, \quad (6.6)$$

где $F_{\text{эф}}^{\text{уд}}$ – удельная величина эффективного фонда времени работы оборудования в плановом периоде, мин; $F_{\text{фикс}}$ – величина фиксированного времени работы оборудования, принятая в расчет при установлении съема продукции с одного станка, мин.

$$C_{\text{ст}} = \frac{П_{\text{в}} \cdot t_{\text{уд}}}{F_{\text{эф}}^{\text{уд}}}, \quad (6.7)$$

где $t_{\text{уд}}$ – удельная станкоемкость обработки единичного объема продукции (например, 1000 деталей, 1 тонны деталей и т. д.) в отчетном периоде, мин.

Точность расчетов по укрупненному методу существенно ниже, чем при использовании детализированного метода, и определяется степенью точности исходных нормативов.

Расчеты величины производственных площадей обрабатывающих цехов осуществляются параллельно с разработкой их простран-

ственных планировок и строятся на основе суммирования площадей, необходимых:

- для установки основного технологического оборудования;
- организации внутрицеховых и внутриучастковых проходов и проездов;
- размещения вспомогательных служб цеха.

Площади под технологическое оборудование определяются исходя из принятого числа единиц такого оборудования и их паспортных габаритов с учетом дополнительной площади для организации рабочих мест на базе такого оборудования. Площади под проходы и проезды устанавливаются исходя из принятой длины таких коммуникационных линий (определяется на основе разработанной планировки цеха и его участков) и их нормативной ширины. Площади под вспомогательные подразделения цеха могут рассчитываться детализированным и укрупненным методами. При использовании детализированного метода расчеты выполняются:

- для складских служб и кладовых – исходя из необходимого числа стеллажей или исходя из объема хранимых грузов;
- ремонтных, заточных и контрольных участков – исходя из средней площади, занимаемой одной единицей используемого на таких участках оборудования, и принятого числа единиц такого оборудования, устанавливаемого в процентах от принятого числа единиц оборудования основных участков цеха.

При использовании укрупненного метода площади под вспомогательные подразделения цеха устанавливаются в виде фиксированного процента от площади, занимаемой его основными участками.

Пространственная планировка обрабатывающих цехов разрабатывается в три стадии: на первой стадии проектируется размещение на площадях цеха основных участков и вспомогательных служб, на второй – разрабатываются внутриучастковые схемы взаимного размещения рабочих мест, а на третьей – разрабатываются планировки самих этих рабочих мест. Планировка размещения участков и отделений цеха осуществляется в последовательности, определяемой ходом основного технологического процесса. В начале технологического потока размещаются склады заготовок и материалов совместно с заготовительным отделением. Эти склады обычно располагаются перпендикулярно оси пролетов цеха, что обеспечивает минимальную протяженность путей транспортировки заготовок в основные участки. Далее параллельно пролетам цеха размещаются основные участки или (в условиях поточ-

ного производства) основные технологические линии. В конце станочных отделений или технологических линий перпендикулярно пролетам цеха размещаются контрольные отделения и склады готовых деталей. Заточное отделение и инструментально-раздаточная кладовая при поточных формах организации производства располагаются вне основного технологического потока, а в единичном и мелкосерийном производстве – в центре цеха, с таким расчетом, чтобы обеспечить наиболее короткие расстояния до рабочих мест в различных местах цеха.

Размещение рабочих мест в рамках основных участков цехов должно в максимальной степени обеспечивать прямолинейность движения предметов труда в процессе их обработки, а также обеспечивать условия для внедрения многостаночного обслуживания. С учетом этого наибольшее распространение на практике нашли линейная, S-образная и П-образная схемы размещения рабочих мест. Рабочие места с целью облегчения их транспортного обслуживания принято располагать со стороны проходов и проездов. Планировка рабочих мест должна обеспечивать максимальную производительность труда станочника при его минимальной утомляемости. На рабочем месте должны предусматриваться стеллажи для деталей и заготовок при обработке партиями, передвижной инструментальный столик, устройство для местного искусственного освещения, а для тяжелых станков – локальные подъемно-транспортные устройства. Инструмент в процессе работы должен располагаться в порядке последовательности применения, определяемой технологическим процессом, либо в соответствии с частотой своего использования.

Основными направлениями совершенствования работы обрабатывающих цехов являются:

1. *Сокращение длительности цикла обработки партий деталей за счет применения:*

- прогрессивных способов сочетания технологических операций (параллельного и последовательно-параллельного);
- многоинструментальных методов обработки и многолезвийных инструментов;
- интенсивных режимов обработки;
- универсальной быстропереналаживаемой оснастки, позволяющей минимизировать подготовительно-заключительное время.

2. *Повышение точностных и качественных характеристик обрабатываемых деталей на основе внедрения:*

- высокоточного технологического оборудования;
- методов точной обработки (тонкое точение, хонингование, притирка, отделочное шлифование, электрополирование, электроэрозийная, электроимпульсная обработка и т. д.);
- автоматизированных устройств контроля качества обработки деталей и точности работы оборудования.

3. *Минимизация величины незавершенного производства и себестоимости процессов обработки деталей* за счет использования:

- поточных методов производства (поточных линий механической обработки);
- средств автоматизации технологического процесса;
- групповых технологий обработки деталей различных видов;
- методов многостаночного обслуживания;
- «вытягивающих» систем производственного планирования, построенных на принципе «точно вовремя».

6.3. Организация производственного процесса в сборочных цехах

Сборочные цехи машиностроительных предприятий выполняют заключительную фазу общего производственного процесса, связанную с комплектованием готовых изделий из ранее изготовленных и обработанных деталей и узлов, их настройку, окраску и упаковку.

Функционирование сборочных цехов имеет ряд *специфических особенностей*, в значительной мере определяющих используемые в таких цехах формы организации производственного процесса. Основными из таких особенностей являются следующие:

1. *Значительные масштабы использования ручного труда*, связанные с тем, что трудовые процессы сборки обычно состоят из ряда простых, однако очень разнообразных приемов и движений. Автоматизация таких движений существенно затруднена, поскольку требует применения гибких, легко адаптирующихся к изменяющимся производственным условиям технологических агрегатов, основанных на средствах робототехники. Внедрение таких автоматизированных сборочных устройств является весьма дорогостоящим и экономически целесообразно только при значительных масштабах производства. В этой связи в современном машиностроительном производстве доля трудоемкости сборочных процессов в общей трудоемкости изготовления изделий достигает 15–20 % в крупносерийном и массовом и 30–40 % в единичном

и мелкосерийном производстве. Вследствие сложности своей автоматизации труд рабочих-сборщиков в большинстве случаев имеет относительно невысокую производительность, что вызывает потребность в увеличении численности таких рабочих и наращивании сборочных площадей. Основными направлениями повышения производительности труда на сборке в таких условиях становятся:

– комплексная механизация сборочных операций на основе оснащения рабочих мест сборщиков универсальными переносными пневмо- и электроинструментами, малогабаритными доводочными станками и легко переналаживаемой технологической оснасткой;

– обеспечение взаимозаменяемости используемых при сборке деталей и узлов за счет расширения использования конструкторской стандартизации и унификации;

– внедрение поточных методов сборки, при которых на основе деления сборочного процесса на относительно однородные операции формируются специализированные рабочие места сборщиков, упорядоченные в соответствии с генеральной линией сборки и функционирующие на основе единого ритма (регламентированного или свободного). В современном производстве применяются две основные формы организации потока в сборочных цехах: непрерывно-поточная сборка однотипных изделий на специализированных линиях (применяется в крупносерийном и массовом производствах) и переменноточная сборка нескольких изделий, собираемых на универсальных линиях попеременно (применяется в средне- и мелкосерийном производстве).

2. *Структурная гибкость сборочных процессов*, выражающаяся в относительной легкости разделения операций сборки на отдельные трудовые приемы и движения и их переконфигурации. Возможность переконфигурации сборочных операций дает возможность синхронизировать работу отдельных рабочих мест сборщиков за счет выравнивания их трудовой загрузки и создает предпосылки для внедрения поточных форм сборки.

3. *Разнообразие методов выполнения сборочных работ*, предполагающее возможность организации сборки на подвижных, стационарных рабочих местах, а также сборки с неподвижным предметом труда. *Подвижная сборка* изделий осуществляется непосредственно на рабочих конвейерах, которые одновременно являются частью рабочих мест сборщиков. В этом случае движение конвейера осуществляется

ритмично с остановками на время, равное длительности синхронизированных между собой сборочных операций. При подвижной сборке рабочие могут перемещаться вместе с используемыми ими инструментами по ходу движения конвейера. Сборка изделий на *стационарных рабочих местах* предполагает использование транспортных или распределительных конвейеров, которые служат только для передачи предметов труда от одного рабочего места к другому, однако не являются частью таких рабочих мест. При данной форме сборки рабочие снимают передаваемые им предметы труда с конвейера, закрепляют их на своих рабочих местах, выполняют все необходимые сборочные операции и возвращают изделия на конвейер для дальнейшей транспортировки. Сборка на стационарных рабочих местах может осуществляться и без применения конвейеров на основе использования транспортных средств дискретного действия. *Сборка с неподвижным предметом труда* используется при изготовлении крупногабаритных изделий (корабли, локомотивы, турбины, крупные станки и т. д.). При данной форме сборки собираемое изделие не меняет своего положения в пространстве, а рабочие вместе с используемыми ими инструментами и комплектующими деталями перемещаются после выполнения каждой из сборочных операций.

Сборочные цехи являются потребителями деталей, предварительно изготовленных в механообрабатывающих цехах. Точность отработки деталей в механических цехах оказывает существенное влияние на организацию трудовых процессов и технико-экономическую эффективность работы сборочных цехов. В зависимости от точностных характеристик используемых комплектующих деталей *сборочные цеха делятся на два типа*.

К первому типу относятся сборочные цехи, в которых происходит как непосредственно сборка изделий, так и подгонка на месте используемых при сборке деталей и узлов. Разбросы размеров деталей в пределах допуска имеют широкие колебания, что не позволяет организовать в таких цехах сборку изделий без предварительной слесарной пригонки комплектующих. Трудоемкость сборочных операций в таких цехах достаточна велика, вследствие чего для этих цехов характерен невысокий уровень разделения труда и стационарная форма организации сборочных работ. Данная форма сборочных цехов наиболее характерна для условий единичного и мелкосерийного производства.

Ко второму типу относятся цехи, в которых сборочные процессы строятся на основе полной или частичной взаимозаменяемости деталей. Трудоемкость сборочных операций в таких цехах значительно меньше, так как отсутствует ручная слесарная пригонка. Узкий предел разброса размеров деталей позволяет организовать сборку по различным формам поточного производства, с глубоким разделением труда и широким фронтом работы, что приводит к снижению трудоемкости. В цехах рассматриваемого типа преобладают подвижные формы организации сборочных работ. Подобная организация сборочных процессов характерна для предприятий крупносерийного и массового производства.

Производственная структура сборочных цехов машиностроительных предприятий состоит из производственных, вспомогательных отделений, служебных и бытовых помещений.

К *производственным отделениям* сборочного цеха принято относить участки слесарной обработки, узловой сборки, общей сборки, испытательные участки, участки окраски, сушки и упаковки.

К *вспомогательным отделениям* сборочного цеха относятся промежуточные склады деталей и узлов, вспомогательных материалов, а также инструментально-раздаточные кладовые.

Наиболее важную роль в организации бесперебойной сборки играют такие вспомогательные отделения цеха, как комплекточные, промежуточные и другие виды складов деталей, покупных изделий и узлов. На таких складах осуществляется хранение необходимого количества деталей для бесперебойного питания основных сборочных отделений. Важную роль играют комплекточные склады, задача которых сводится не только к хранению деталей, но и к их предварительной сортировке и комплектованию по узлам. Организация комплекточных складов обеспечивает снижение потребности в сборочных площадях и более ритмичную работу основных сборочных участков за счет подачи на сборку не разрозненных деталей и узлов, а уже предварительно сформированных сборочных комплектов. В том случае если сборка организована поточными методами, необходимость организации больших промежуточных складов между механической обработкой и сборкой отпадает. При поточной сборке необходимы лишь площади для хранения текущих, оборотных и страховых запасов деталей, гарантирующих равномерность работы сборочных линий в течение определенного времени при перерывах и перебоях в поставке

деталей из механического цеха. Помимо этого необходимыми также являются кладовые для хранения тех нетрудоемких деталей, которые изготавливаются не ежедневно, а с периодом запуска в несколько недель или даже месяцев (мелкие штамповки, крепежные детали и т. п.).

Построение сборочного процесса во времени может быть основано на любом из трех возможных способов движения предметов труда по операциям: последовательного, последовательно-параллельного или параллельного.

Последовательная сборка изделия применяется в том случае, если все сборочные работы осуществляются одной бригадой сборщиков, начиная от первой сборочной единицы до полной сборки и испытания (рис. 6.1). Общая продолжительность цикла сборки партии (серии) изделий в этом случае определяется по формуле

$$T_{ц.сб.п}^{посл} = n_n \sum_{i=1}^m t_{сб.ед_i} \quad (6.8)$$

где $t_{сб.ед_i}$ – длительность операции сборки i -й сборочной единицы; m – общее число сборочных единиц, комплектующих готовое изделие.

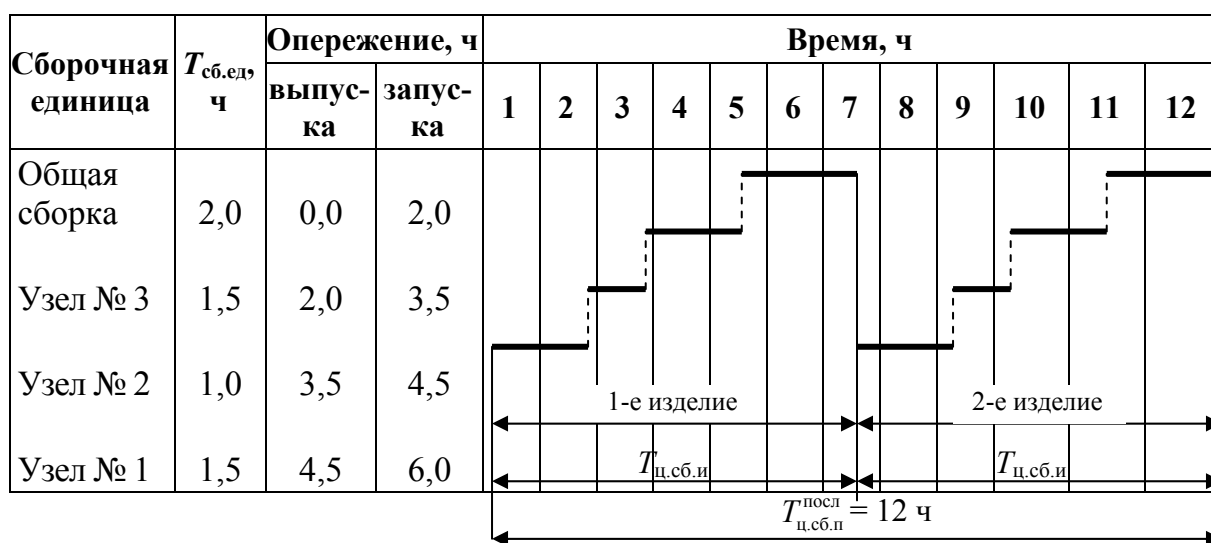


Рис. 6.1. График организации процесса последовательной сборки двух изделий ($n_n = 2$)

Примером *параллельно-последовательной сборки* может служить сочетание параллельной сборки узлов и подузлов и последовательной общей сборки готового изделия (рис. 6.2). Общая продолжительность цикла сборки серии изделий при параллельно-последовательной схеме рассчитывается по формуле

$$T_{ц.сб.п}^{пл} = t_{узн}^{тр\ max} + n_n \cdot t_{об.сб}, \quad (6.9)$$

где $t_{узн}^{тр\ max}$ – длительность операции сборки наиболее трудоемкого узла;
 $t_{об.сб}$ – длительность операции общей сборки изделия.

Несмотря на то что последовательно-параллельная схема сборки обеспечивает существенное сокращение длительности общего сборочного цикла, данной схеме присущ существенный недостаток – возникновение простоев на тех рабочих местах, где продолжительность цикла узловой сборки меньше продолжительности цикла общей сборки.

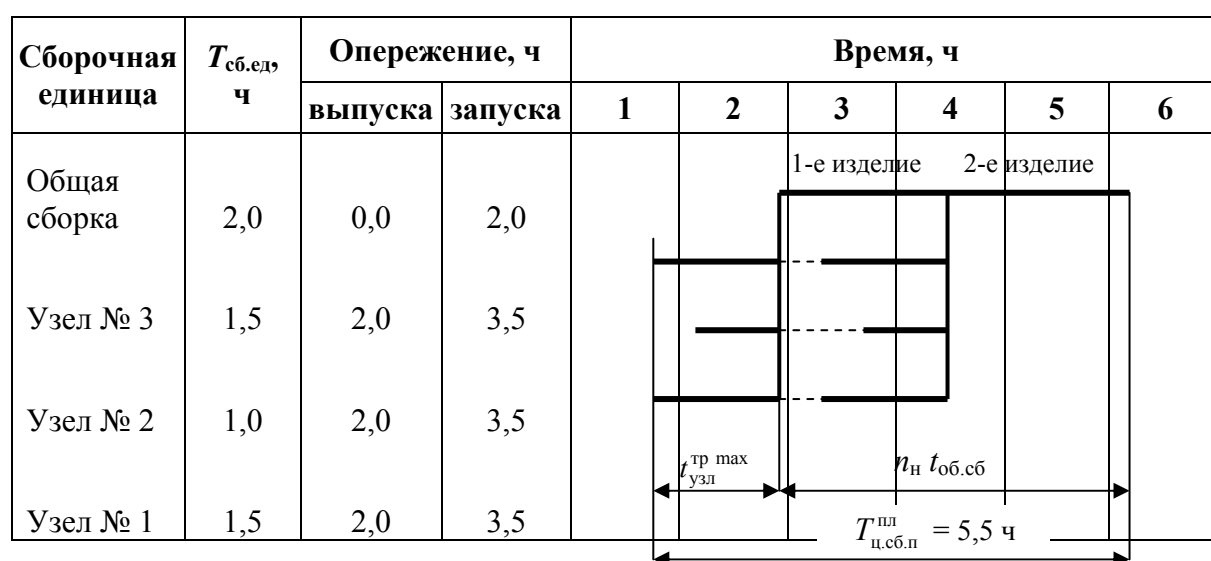


Рис. 6.2. График организации процесса последовательно-параллельной сборки двух изделий ($n_n = 2$)

При организации процесса сборки по *параллельной* схеме (рис. 6.3) длительность сборочного цикла максимально сокращается и может быть определена по формуле

$$T_{ц.сб.п}^{пар} = t_{узн}^{тр\ max} + n_n \cdot t_{об.сб} - (n_n - 1)\tau, \quad (6.10)$$

где τ – время совмещения (параллельности) выполнения операций общей сборки двух смежных изделий партии, мин.

Сборочная единица	T _{сб.ед.} , ч	Опережение, ч		Время, ч						
		выпуска	запуска	1	2	3	4	5	6	
Общая сборка	2,0	0,0	2,0			1-е изделие		2-е изделие		
Узел № 3	1,5	2,0	3,5							
Узел № 2	1,0	2,0	3,5							
Узел № 1	1,5	2,0	3,5							

Рис. 6.3. График организации процесса параллельной сборки двух изделий ($n_n = 2$) без синхронизации сборочных единиц

Таким образом, применение параллельной сборки по всему процессу без синхронизации продолжительности сборки узлов и общей сборки изделия не позволяет полностью ликвидировать простои рабочих мест, возникающие из-за некратности продолжительности циклов узловой сборки и общей сборки изделия на отдельных рабочих местах. Если же операции сборочного процесса разделить на отдельные более мелкие элементы и снова их сгруппировать в новые операции, то можно добиться равенства или кратности их выполнения. Для рассматриваемого примера предположим, что при пересмотре технологии установлено, что часть элементов по общей сборке можно перенести на узловую сборку, в частности, на сборку узла № 2. Тогда сборка узлов и общая сборка изделия образуют пропорциональный процесс при той же общей трудоемкости (рис. 6.4), который позволяет полностью ликвидировать простои на рабочих местах и уменьшить продолжительность производственного цикла.

Организация труда в сборочных цехах определяется способами осуществления сборочных работ и может иметь три основные формы: общебригадную, операционную и поточную.

При *общебригадном методе сборки* машина или механизм собирается одной комплексной бригадой, в состав которой входят слесари-сборщики разных квалификационных категорий. Данный метод широко применяется в единичном и мелкосерийном производстве.



Рис. 6.4. График организации процесса синхронизированной параллельной сборки двух изделий ($n_n = 2$)

Сборка узлов и машин в целом производится на обособленном и закрепленном за бригадой участке цеха. При такой форме организации труда отсутствует его глубокое разделение и рабочие бригады выполняют все сборочные операции, начиная от самых простых и кончая самыми сложными. Распределение работ внутри бригады осуществляется в оперативном порядке бригадирами на основе плана-графика сборки. При общебригадной форме организации труда важным вопросом является и распределение работы по квалификации между отдельными участниками бригады. Задача заключается в правильном разграничении работы между участниками, т. е. между основными и подсобными рабочими, с тем чтобы основные рабочие были освобождены от выполнения малоквалифицированной и второстепенной работы. В практике работы сборочных цехов также встречается общебригадная сборка с некоторым устойчивым разделением труда. В этих случаях сборка узлов выполняется рабочими, не входящими в состав бригады, а общая сборка машины производится уже сборочной бригадой. Такая форма организации работ является более прогрессивной по сравнению с обычной общебригадной сборкой, поскольку обеспечивает более высокую производительность труда и сокращение длительности сборочного цикла. Данная форма организации труда рабочих-сборщиков встречается при стационарной сборке в условиях мелкосерийного производства при регулярной повторяемости серий.

При *операционном методе сборки* весь трудовой процесс расчленяется на отдельные операции, выполняемые либо специализированными бригадами слесарей-сборщиков, либо отдельными слесаря-

ми. Сборка узлов при такой организации труда, как правило, отделяется от общей сборки и монтажа машин и выполняется отдельными рабочими или небольшими специализированными бригадами. При операционной сборке возникает более глубокое и устойчивое разделение труда со специализацией исполнителей либо технологически (по роду выполняемых сборочных операций), либо предметно (по собираемым узлам). Данная форма организации труда уже обеспечивает возможность передачи работы из смены в смену. При операционной сборке исполнители имеют закрепленные рабочие места и выполняют одну либо несколько сборочных операций при подвижном объекте сборки или перемещаются вдоль фронта собираемых машин и выполняют только определенные операции при неподвижном объекте сборки. Организация труда здесь ближе к поточной, но отличается от последней менее жестким регламентом работы.

Наиболее высоко организован труд при *поточном методе сборки*. Она обеспечивает устойчивую специализацию и эффективное разделение труда. Рабочие выполняют определенные, часто повторяющиеся трудовые приемы. Длительности выполнения отдельных операций обычно синхронизованы, т. е. либо равны, либо кратны друг другу. Каждый рабочий, специализирующийся на выполнении той или иной операции, имеет территориально закрепленное за ним рабочее место со всеми необходимыми инструментами и сборочными приспособлениями. Затраты труда при поточном методе сборки строго регламентируются; последовательность выполнения отдельных трудовых операций определяется технологическим процессом сборки, в то время как при общебригадной сборке эта последовательность выбирается рабочим на основании личного опыта либо совета бригадира.

Проектирование сборочных цехов предполагает выбор оптимальной схемы их расположения по отношению к механическим цехам, расчет потребности в оборудовании и сборочных площадях, а также разработку рациональных схем внутрицехового размещения рабочих мест сборщиков.

При размещении сборочных цехов по отношению к механообрабатывающим организуется по трем основным схемам: в одну линию с механообрабатывающими цехами; параллельно механообрабатывающим цехам и перпендикулярно им.

При *расположении сборочных цехов в одну линию* с механообрабатывающими обеспечивается возможность расширения цехов как в сторону механической обработки, так и в сторону сборки, а также

обеспечивается выполнение принципа прямоочности движения предметов труда по ходу производственного процесса.

Параллельное расположение сборочных и механообрабатывающих цехов используется в тех случаях, когда расположение таких цехов в одну линию невозможно из-за ограниченности территории предприятия. Данной схеме присущ ряд существенных недостатков, основными из которых являются:

– нарушение принципа прямоочности и формирование длительных сложных маршрутов движения предметов труда в производственном процессе;

– увеличение трудоемкости и стоимости межцеховой транспортировки партий предметов труда за счет невозможности ее осуществления транспортными средствами механообрабатывающих цехов (мостовыми кранами, конвейерными транспортерами и т. д.).

Перпендикулярное расположение сборочных и механообрабатывающих цехов также используется при ограниченности территории предприятия, однако отличается тем основным преимуществом, что позволяет передавать предметы труда в сборочный цех действующими транспортными средствами механообрабатывающего цеха. Помимо этого при такой компоновке цехов минимизируются отклонения от прямоочного движения предметов труда и сокращаются пути движения последних по стадиям производственного процесса.

Расчет потребности в оборудовании для сборочных цехов зависит от используемой схемы сборки (стационарной или подвижной). Стационарная сборка осуществляется на сборочных стендах, необходимое количество которых устанавливается исходя из принятой производственной программы по формуле

$$C_{ст} = \frac{T_{общ}^{сб}}{F_{эф}} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \cdot t_i^{сб}}{F_{эф}}, \quad (6.11)$$

где $T_{общ}^{сб}$ – общая трудоемкость сборки принятой производственной программы изделий, ч; $F_{эф}$ – эффективный фонд времени работы одного сборочного стенда в рассматриваемом периоде, ч; n – число видов изделий, подлежащих сборке в рассматриваемом периоде, ед.; N_i – программа выпуска изделий i -го вида, шт.; $t_i^{сб}$ – удельная трудоемкость сборки единицы изделия i -го вида, ч.

Подвижная сборка осуществляется на специализированных сборочных линиях, необходимое число которых определяется исходя из ритмичности их работы по формуле

$$C_{\text{лин}} = \frac{r_{\text{л}}}{R_{\text{л}}}, \quad (6.12)$$

где $r_{\text{л}}$ – средний ритм (такт) выпуска изделий на каждой сборочной линии (определяется по длительности наиболее трудоемкой сборочной операции, выполняемой на линии), ч; $R_{\text{л}}$ – средний ритм (такт) общего выпуска изделий по годовой программе, ч.

$$R_{\text{л}} = \frac{F_{\text{эф}}}{N}, \quad (6.13)$$

где $F_{\text{эф}}$ – эффективный фонд времени работы линии в рассматриваемом периоде, ч; N – программа выпуска собираемых на линии изделий, шт.

Общая длина сборочной линии рассчитывается по формуле

$$L_{\text{л}} = C_{\text{р.м}} \cdot l_{\text{пр}}, \quad (6.14)$$

где $C_{\text{р.м}}$ – число рабочих мест сборщиков на линии (принимается равным числу выполняемых сборочных операций, либо числу групп таких операций), ед.; $l_{\text{пр}}$ – принятое расстояние между двумя смежными рабочими местами сборщиков (определяется исходя из конструктивных особенностей собираемых изделий и габаритов используемого оборудования и инструментов), м.

Площади сборочного цеха могут быть определены методом детальной планировки и укрупненно. Расчет площади сборки *детализированным методом* производится на основе предварительного расчета площади, занимаемой сборочным оборудованием, площади рабочих мест, разного рода устройств, мест для складывания деталей и узлов, проходов и проездов и последующего суммирования полученных значений.

При использовании *укрупненного метода* расчета площадь сборочного цеха определяется в процентах от площади механообрабатывающих цехов. В условиях единичного и мелкосерийного производства площади сборочных цехов составляют примерно 50–60 % от площади механообрабатывающих, в серийном 30–40 %, в массовом 20–30 %, а при хорошо организованной поточной сборке 15–20 %.

Внутрицеховое размещение рабочих мест сборщиков осуществляется в соответствии с принципом прямоочности движения собираемых изделий по стадиям сборки с учетом необходимости обеспечения максимально возможной экономии сборочных площадей при одновременном обеспечении:

- удобства приемки и передачи собираемых изделий на рабочие места с используемых транспортных средств;
- удобства перемещения рабочих, инструмента и оснастки при подвижных методах сборки.

ТЕМА 7. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПОТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

- Общая характеристика поточного производства.
 - Классификация поточных линий.
 - Алгоритм выбора оптимального варианта поточной линии.
 - Экономическая эффективность поточного производства.
-

7.1. Общая характеристика поточного производства

Развитие предметной формы специализации производственных подразделений естественным образом приводит к появлению и расширению использования поточных методов производства, которые при прочих разных условиях обеспечивают наиболее высокую эффективность производственного процесса. *Поточным* называется производство, в котором в полной мере выполняются принципы специализации, прямоочности, непрерывности, параллельности, пропорциональности и ритмичности.

Специализация поточного производства выражается в приспособленности поточных линий к изготовлению ограниченного перечня сходных видов продукции, а также в закреплении за каждым рабочим такой линии узкой номенклатуры выполняемых технологических операций.

Прямоочность поточного производства определяется размещением оборудования и рабочих мест в порядке следования операций технологического процесса и наличием единой транспортной системы, объединяющей все рабочие места и регламентирующей процесс их совместной работы.

Непрерывность производственного процесса на поточных линиях выражается в немедленном или с минимальными перерывами переходе предметов труда с одного рабочего места на другое, причем такой переход происходит либо поштучно, либо небольшими передаточными партиями.

Параллельность работы поточных линий связана с тем, что в каждый отдельный момент времени на такой линии ведется обработка нескольких единиц изделия или передаточных партий. Возможность такой одновременной обработки связана с узкой специализацией каждого из рабочих мест и их выстраиванием по ходу технологического процесса.

Пропорциональность является ключевым параметром, определяющим работу поточных линий, и выражается в том, что отдельные, выполняемые на линии операции, в максимальной степени согласованы между собой по длительности своего выполнения и фронту работ. Пропорциональность отдельных звеньев поточных линий обеспечивает возможность их равномерной загрузки, работу без простоев и с минимальными производственными заделами. Пример схемы организации пропорционального производственного потока представлен на рис. 7.1.

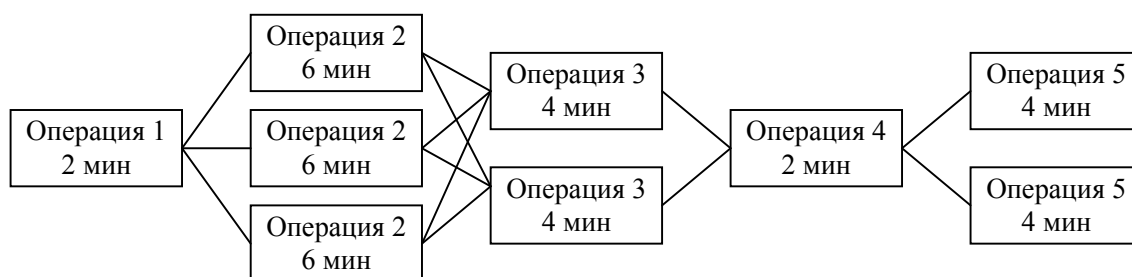


Рис. 7.1. Пример схемы организации потока

Ритмичность работы поточных линий является следствием их пропорциональности и выражается в том, что совокупность выполняемых на линии операций регулярно повторяется через равные промежутки времени, называемые *ритмом*. Если движение предметов труда на линии происходит поштучно, то ритм рассчитывается для каждой отдельной единицы таких предметов и характеризует интервал времени, по истечении которого с линии сходит очередная единица продукции. Такой ритм рассчитывается по формуле

$$r = \frac{F_{\text{эф}}}{N_3}, \quad (7.1)$$

где $F_{эф}$ – эффективный фонд времени работы линии в анализируемом периоде, мин; N_3 – программа запуска по изделию на рассматриваемый период, шт.

Если движение предметов труда происходит передаточными партиями, то ритмичность устанавливается в целом для таких партий. Ритм чередования в таком случае определяется по формуле

$$R = r \cdot p, \quad (7.2)$$

где p – размер передаточной партии, шт.

Значение ритма может выступать основой для синхронизации пропускной способности смежных звеньев поточной линии. Такая синхронизация сводится к обеспечению постоянного соотношения между ритмом работы линии, штучным временем каждой из операций и числом рабочих мест, выполняющих эти операции.

В целом для поточного производства характерны следующие основные признаки:

1. Разделение технологического процесса на отдельные узко специализированные операции и закрепление их за отдельными рабочими местами.

2. Оснащение рабочих мест специальным оборудованием, инструментами и оснасткой, обеспечивающими максимально производительное выполнение закрепленных операций.

3. Стабильная повторяемость используемых в производстве материальных ресурсов.

4. Единая транспортная направленность, обеспечиваемая специализированными транспортными средствами (конвейерами), регламентирующая работу отдельных рабочих мест.

5. Высокая степень механизации и автоматизации производственных операций.

6. Наличие ритмичности работы всех рабочих мест.

Внедрение поточных методов производства требует выполнения ряда *условий*, основными из которых являются следующие:

– большой объем выпуска сходных видов продукции, обеспечивающийся за счет специализации производства и конструктивной унификации отдельных изделий;

– детальная проработка конструктивных параметров изделий для обеспечения их поточной технологичности;

– наличие тщательно проработанного технологического процесса, обеспечивающего синхронизацию основных операций;

– наличие стабильных хозяйственных связей с поставщиками ресурсов и способность этих поставщиков гарантировать постоянный уровень качества своей продукции.

7.2. Классификация поточных линий

Первичным элементом поточного производства являются специализированные технологические линии, которые традиционно принято классифицировать по следующим основным признакам:

- степень специализации линий;
- степень непрерывности технологического процесса;
- способы поддержания ритма;
- тип используемых транспортных средств;
- уровень механизации и автоматизации.

В зависимости от степени своей специализации поточные линии делятся на однопредметные и многопредметные.

Однопредметные линии являются узкоспециализированными, используются для выпуска только одного вида продукции и реализуют единый несменяемый технологический процесс. Использование таких линий целесообразно только в крупносерийном и массовом производстве при долговременном выпуске однородной продукции.

Многопредметные линии имеют возможность выпуска нескольких видов продукции, причем в зависимости от способа чередования таких видов линии данного вида делятся на переменные-поточные и групповые. Переменные-поточные линии обеспечивают выпуск крупных партий однородных видов продукции поочередно, причем при переходе с одного вида на другой на таких линиях проводится полная переналадка оборудования. Групповые линии являются более гибкими, поскольку позволяют изготавливать несколько сходных видов продукции как поочередно, так и одновременно, не требуя при этом переналадки оборудования. Работа таких линий основывается на использовании групповых универсальных технологий и групповой технологической оснастки. Во всех случаях многопредметные линии оснащены более универсальным оборудованием, чем однопредметные.

По степени непрерывности технологического процесса выделяются непрерывные и прерывные поточные линии.

На *непрерывных поточных линиях* передача предметов труда с одной операции на другую происходит сразу же после окончания их обработки на предшествующей операции, т. е. без межоперационного

пролеживания. Основным условием работы таких линий является синхронизация всех технологических операций, при которой длительность каждой из них оказывается равной или кратной ритму работы всей линии в целом. Непрерывные поточные линии чаще всего используются в сборочном производстве, поскольку составляющие его операции достаточно легко разделяются и группируются, обеспечивая возможность синхронизации потока.

Прерывные поточные линии характеризуются наличием межоперационного пролеживания предметов труда. Такие линии создаются в тех случаях, когда из-за специфики технологического процесса отсутствует возможность полной синхронизации операций. В данном случае для обеспечения бесперебойности работы отдельных рабочих мест на наиболее трудоемких операциях создаются специальные оборотные заделы, состоящие из частично обработанных деталей и узлов и предназначенные для питания последующих рабочих мест. Чаще всего прерывно поточные линии используются в механообрабатывающих цехах, разделение технологических операций в которых не всегда возможно.

В зависимости от способа поддержания ритма работы поточные линии делятся на линии с регламентированным ритмом и линии со свободным ритмом.

На линиях с регламентированным ритмом отдельные рабочие места группируются возле специальных транспортных устройств, которые перемещают предметы труда с фиксированной, заранее установленной скоростью.

На линиях со свободным ритмом скорость передачи предметов труда между рабочими местами может изменяться и поддержание ритма работы в этом случае возлагается на самих производственных рабочих. Чаще всего линии со свободным ритмом являются прерывно-поточными и оснащаются транспортными средствами периодического действия (кран-балки, электрокары и т. д.).

В зависимости от вида используемых транспортных средств поточные линии делятся на линии с транспортными средствами непрерывного действия и с транспортными средствами дискретного действия. На линиях первого типа в качестве транспортных средств используются конвейеры, объединяющие все рабочие места линии. В зависимости от выполняемых ими функций конвейеры делятся на транспортные, рабочие и распределительные.

Транспортные конвейеры используются только для передачи предметов труда между рабочими местами и сами по себе непосредственно не участвуют в выполнении технологических операций. При использовании таких конвейеров рабочие снимают предметы труда с транспортера, обрабатывают их на своем рабочем месте и затем возвращают обработанные изделия на транспортер.

Рабочие конвейеры помимо транспортировки предметов труда также непосредственно участвуют в выполнении технологических операций, выступая при этом частью самих рабочих мест. На таких конвейерах обработка предметов труда осуществляется рабочими без их перемещения на какие-либо специальные рабочие места. С этой целью сами конвейеры могут оснащаться рядом вспомогательных приспособлений, обеспечивающих условия для нормального протекания операций.

Распределительные конвейеры могут быть как транспортными, так и рабочими, и отличаются тем, что обеспечивают возможность разветвления технологического потока при наличии на отдельных операциях широкого фронта работ (несколько одинаковых рабочих мест).

К транспортным средствам дискретного действия могут относиться гравитационные транспортные устройства (например, скаты), подъемно-транспортное оборудование (кран-балки), электрокары, рельсовые тележки и т. п. Чаще всего подобные транспортные средства применяются на линиях со свободным ритмом.

В зависимости от уровня своей автоматизации и механизации поточные линии делятся на частично и комплексно механизированные, частично и комплексно автоматизированные. При этом механизация выражается в форме высвобождения рабочих из непосредственных технологических операций и замене их физического труда трудом машин, а автоматизация – в замене интеллектуального труда рабочих по управлению работой оборудования функционированием специализированных АСУ.

7.3. Алгоритм выбора оптимального варианта поточной линии

Поточные линии, в независимости от своего типа, являются высоко специализированным элементом производственной структуры. В связи с этим подбор оптимального варианта поточной линии всегда осуществляется индивидуально с учетом особенностей конкретного

производства. В общем случае выбор оптимальной поточной линии реализуется по следующему алгоритму:

1. Устанавливается требуемая степень специализации линии. Основными факторами, учитываемыми на данном этапе, являются тип производства, характер планов производственной программы и укрупненный технологический процесс изготовления продукции. Выбор однопредметной линии может быть осуществлен только при стабильном планируемом выпуске больших объемов однородной продукции, а также в случае уникальности техпроцесса, требующего высокоспециализированного оборудования и оснастки. Если технологический процесс не имеет каких-либо уникальных особенностей и производственная программа не позволяет полностью загрузить оборудование одним видом продукции, то в качестве базового варианта выбирается многопредметная линия.

2. Устанавливается ожидаемая степень непрерывности работы линий. Основным фактором, учитываемым на данном этапе, является технологический процесс. Наиболее целесообразным является выбор непрерывной поточной линии, которая, однако, требует синхронизации всех технологических операций. Выполнение такой синхронизации может осуществляться двумя путями: экстенсивным и интенсивным. *Экстенсивный путь* является более затратным и предполагает изменение числа рабочих мест на операциях с большой трудоемкостью. Данный способ синхронизации производственного процесса применяется только в том случае, если интенсивный вариант синхронизации является невозможным или не обеспечивает требуемого результата. Сам же *интенсивный способ* предполагает неизменность фронта работ на операциях и основывается на изменении структуры операций и интенсивности технологических режимов их выполнения.

3. В случае, если в качестве базового выбрана многопредметная линия, проводится анализ технологического процесса и планируемой производственной программы с целью определения возможности использования групповых схем обработки. По результатам проведения анализа фиксируются требования к оборудованию линии по степени его продуктовой универсальности и универсальности по применяемым инструментам и оснастке.

4. Для всего набора технологических операций линии подбирается оптимальный набор технологического оборудования. Основными факторами, учитываемыми при таком выборе, являются:

- степень сложности и планируемая интенсивность выполнения соответствующих операций;
- требования по габаритам и массе обрабатываемых предметов труда;
- требования по производительности;
- требования по уровню качества обработки;
- требования по возможности использования групповых технологий и оснастки.

5. Осуществляется выбор оптимального вида транспортных средств. Основными учитываемыми факторами выступают:

- планируемый способ поддержания ритма линии;
- ожидаемые габариты и масса предметов труда;
- необходимость включения транспортных устройств в структуру рабочих мест;
- требования по производительности и объему перевозок за фиксированный промежуток времени.

6. Проектируется схема пространственной планировки линии. Традиционными требованиями к разработанной планировке выступают:

- прямоточность;
- возможность организации многостаночного обслуживания;
- максимально эффективное использование производственных мощностей.

В качестве типовых компоновочных схем обычно применяются линейная, S-образная и U-образная, причем для максимального сокращения общей длины потока рабочие места на линии могут размещаться в шахматном порядке (по обе стороны от конвейера). Оценку выбранного варианта планировки линии принято осуществлять с помощью таких показателей, как:

- доля площади под технологическое оборудование в общей площади, занимаемой линией;
- выпуск продукции в натуральных единицах с единицы площади линии;
- общая длина маршрута движения предмета труда в ходе его обработки на линии;
- средняя длина маршрута движения рабочих, осуществляющих многостаночное обслуживание технологического оборудования линии.

7.4. Экономическая эффективность поточного производства

Использование поточных методов производства при прочих равных условиях обеспечивает более высокие показатели производственной эффективности по сравнению с непоточными методами работы. В наибольшей степени такой эффект проявляется в росте производительности труда рабочих, повышении уровня фондоотдачи, сокращении удельной себестоимости выпускаемой продукции и в минимизации объема оборотных средств, связанных в незавершенном производстве.

Рост производительности труда рабочих на поточной линии определяется совместным влиянием следующих основных факторов:

- высвобождение рабочих из непосредственного производственного процесса за счет его комплексной механизации и автоматизации;
- освобождение рабочих от необходимости выполнения транспортных операций и закрепление этих операций за специализированными техническими устройствами (конвейерами);
- сокращение длительности выполнения рабочими ручных операций, достигаемых за счет эффектов обучения;
- интенсификация режимов работы оборудования и сокращение штучного времени по операциям;
- ликвидация простоев рабочих мест из-за несогласованности работы смежных звеньев линии.

Рост фондоотдачи при использовании поточных методов производства происходит как по активной, так и по пассивной части основных фондов. Отдача активной части основных средств растет за счет:

- оптимизации загрузки производственных мощностей;
- применения интенсивных режимов работы оборудования;
- ликвидации простоев оборудования из-за несбалансированности его пропускной способности;
- использования прогрессивных систем ремонта и технического обслуживания.

Рост отдачи пассивной части основных фондов обеспечивается за счет увеличения выпуска продукции с единицы производственной площади на основе применения рациональных пространственных планировок поточных линий.

Снижение удельной себестоимости продукции при внедрении поточных методов производства происходит за счет:

- роста производительности труда и отдачи основных фондов;
- сокращения материальных затрат за счет оптимизации видов используемых материалов, применения более точных заготовок и рациональных систем раскроя и подготовки материала;
- минимизации удельных энергетических затрат, обеспечиваемой выбором оптимальных режимов работы оборудования;
- минимизации затрат на инструмент и оснастку, обеспечиваемой подбором оптимальных средств технологического оснащения операций;
- минимизации затрат, связанных с промежуточным хранением полуфабрикатов, достигаемой на основе бесперебойности производственного процесса на технологических линиях.

Объем средств, связанных в незавершенном производстве, при применении поточных методов сокращается за счет минимизации длительности производственного цикла (технологические заделы) и за счет сокращения межоперационного пролеживания предметов труда (оборотные заделы).

Вместе с тем внедрение поточных методов производства обычно требует комплексного технического перевооружения и потому нуждается в значительных инвестиционных вложениях. В связи с этим целесообразность внедрения поточных линий определяется на основе расчета ряда показателей, выражающих абсолютную или относительную величину получаемого экономического эффекта. Такого рода технико-экономическое обоснование может осуществляться либо традиционными методами, либо методами дисконтирования и, как правило, проводится при определении целесообразности замены существующего оборудования поточной линией или при выборе оптимального варианта линий из нескольких возможных альтернатив.

При традиционной оценке целесообразности внедрения поточной линии основным оценочным показателем выступает статический срок окупаемости капиталовложений, рассчитываемый по формуле

$$T_{\text{ок}}^c = \frac{K_{\text{в}}^{\text{пл}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}^{\text{ср}}}, \quad (7.3)$$

где $T_{\text{ок}}^c$ – статический срок окупаемости капиталовложений в поточную линию; $K_{\text{в}}^{\text{пл}}$ – сумма капиталовложений, необходимых для вне-

дрения линии; $\mathcal{E}_{\text{год}}^{\text{ср}}$ – величина среднегодовой экономии на текущих производственных затратах при внедрении линии.

При расчете плановых капиталовложений обычно учитываются следующие основные статьи:

– прямые затраты на необходимое технологическое оборудование линии;

– затраты, связанные со списанием и демонтажем не полностью амортизированных основных средств действующего производства;

– затраты на монтаж и первоначальную наладку линии;

– затраты на обучение и переквалификацию персонала;

– вложения в необходимые дополнительные оборотные средства.

Выбор оптимального варианта поточной линии при использовании традиционного оценочного подхода основан на расчете годового экономического эффекта, связанного с сокращением приведенных затрат по каждой паре сравниваемых вариантов линии. Подобное технико-экономическое обоснование обычно выполняется по следующему алгоритму:

1. Выбирается пара альтернативных вариантов линии, и фиксируются технические характеристики их работы.

2. По каждому из выделенных вариантов рассчитывается необходимая сумма капиталовложений.

3. Выбирается требуемый срок окупаемости капиталовложений по вариантам, на основании чего устанавливается значение коэффициента приведения затрат:

$$E_{\text{н}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}^{\text{пл}}}, \quad (7.4)$$

где $E_{\text{н}}$ – принимаемый коэффициент приведения долговременных затрат; $T_{\text{ок}}^{\text{пл}}$ – планируемый срок окупаемости капиталовложений по рассматриваемому варианту.

4. Рассчитывается текущая себестоимость годового объема производства по каждому из вариантов.

5. Устанавливается значение коэффициента эквивалентности объемов выпуска по сравниваемым вариантам:

$$K_{\text{э.о}} = \frac{V_{\text{пл}}^A}{V_{\text{пл}}^B}, \quad (7.5)$$

где $K_{э.о}$ – принимаемый коэффициент эквивалентности объемов выпуска; $V_{пл}^A$ – плановый объем выпуска продукции по варианту A ; $V_{пл}^B$ – плановый объем выпуска продукции по варианту B .

6. Проводится расчет суммы приведенных затрат по каждому варианту:

$$Z_{пр} = C_{тек} + E_n \cdot K_{пл}, \quad (7.6)$$

где $Z_{пр}$ – приведенные затраты по рассматриваемому варианту; $C_{тек}$ – текущая себестоимость годовой производственной программы; $K_{пл}$ – планируемая сумма капиталовложений по рассматриваемому варианту; E_n – принятый для рассматриваемого варианта коэффициент приведения долговременных затрат.

7. Рассчитывается величина экономического эффекта как разница приведенных затрат по сравниваемым вариантам:

$$\mathcal{E} = Z_{пр}^A - K_{э.о} \cdot Z_{пр}^B, \quad (7.7)$$

где \mathcal{E} – получаемый эффект (экономии) на приведенных затратах.

Аналогичные расчеты попарно реализуются для всех возможных вариантов линии, после чего выбирается тот вариант, который обеспечит экономию приведенных затрат по отношению ко всем прочим аналогам.

Традиционный метод технико-экономического обоснования не учитывает временной стоимости инвестиционных ресурсов и предполагает неизменность таких параметров работы линии, как объем выпуска продукции, структура и величина текущих производственных затрат. Для учета данных параметров целесообразно использовать динамические методы оценки, основанные на методах дисконтирования. При использовании таких методов ключевыми показателями, по которым определяется целесообразность выбора того или иного варианта линии, выступают:

- чистая дисконтируемая стоимость каждого инвестиционного проекта;
- внутренняя норма рентабельности таких проектов;
- динамический срок их окупаемости.

ТЕМА 8. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

- Содержание, формы и значение автоматизации производства.
 - Сущность, виды и основные параметры работы автоматических линий.
 - Назначение и особенности использования робототехнических производственных комплексов.
 - Сущность, виды и структура гибких производственных систем.
-

8.1. Содержание, формы и значение автоматизации производства

Одним из базовых принципов современного производственного менеджмента является целенаправленное систематическое повышение уровня автоматизации производственных процессов. По своей сути, автоматизация производства представляет собой процесс высвобождения человека из производственного процесса путем замены его труда по управлению технологическим оборудованием работой искусственных управляющих систем (средств автоматизации).

Процессы автоматизации производства неразрывно связаны с процессами его механизации и включают последние в свою структуру как один из составных элементов. Формальное различие между автоматизацией и механизацией производства состоит в том, что если механизация предполагает замену работой машин только непосредственных физических усилий человека по выполнению основных и вспомогательных производственных операций, то автоматизация помимо этого также обеспечивает освобождение человека и от рутинных операций по управлению техническими устройствами.

Автоматизация производственного процесса может иметь две формы: частичную и комплексную. При *частичной автоматизации* производственного процесса часть функций по управлению оборудованием автоматизирована, а часть – выполняется рабочими-операторами (полуавтоматические производственные комплексы). *Комплексная автоматизация* производства предполагает реализацию всех стадий производственного процесса без непосредственного участия человека и требует использования автоматизированных систем управления не только для основного технологического оборудования,

но и для вспомогательных и обслуживающих технических средств (транспортных, накопительно-складских, контрольных и т. д.). На современном этапе развития промышленности именно комплексная автоматизация производственных процессов является одним из основных направлений технического прогресса, обеспечивающих рост производительности труда, снижение себестоимости и улучшение качества выпускаемой продукции.

Эффект от автоматизации производственного процесса имеет комплексный характер и проявляется одновременно по нескольким направлениям.

Во-первых, автоматизация производства обеспечивает существенный рост уровня отдачи основных производственных ресурсов, в том числе рост производительности труда рабочих, рост фондоотдачи оборудования и т. д. Основными факторами такого роста при этом выступают: сокращение численности производственного персонала; минимизация времени выполнения вспомогательных производственных операций (транспортных, контрольных и т. д.); повышение точности и интенсификация режимов обработки изделий.

Во-вторых, автоматизация производства приводит к сокращению уровня брака, стабилизации и повышению качественных характеристик выпускаемой продукции. Основными причинами этого являются повышение точности контроля параметров технологического процесса и качества исходных материалов, а также исключение так называемого человеческого фактора (ошибки из-за усталости рабочих, недостаточного уровня их квалификации и т. д.).

В-третьих, использование автоматически управляемого оборудования позволяет повысить уровень безопасности труда и высвободить человека с тех участков производства, которые характеризуются значительными вредными воздействиями.

В-четвертых, внедрение средств автоматизации качественным образом меняет характер труда персонала и повышает степень его интеллектуальной насыщенности. Рабочие, высвобождаемые из непосредственного производственного процесса, начинают выполнять работы по надзору за оборудованием и его наладке, в результате чего их труд все более и более приближается к труду техников и инженеров.

Вместе с тем необходимо учитывать, что на современном этапе развития промышленности рост уровня автоматизации производства в большинстве случаев приводит к определенному сокращению уровня его гибкости. Основной причиной этого является недостаточно вы-

сокая степень развития используемых в АСУ систем искусственного интеллекта, которые при всех своих преимуществах пока не могут в полной мере заменить интеллектуальную деятельность человека, в особенности деятельность по изменению базовых параметров производства (номенклатуры продукции, технологии ее изготовления и т. д.) в ответ на изменения внешней рыночной среды. В связи с этим выбор того или иного варианта автоматизации производства всегда предполагает поиск определенного баланса в параметрах «преобразовательная эффективность/гибкость производства» и может существенно различаться в зависимости от таких факторов, как тип производства, степень сложности выпускаемой продукции, степень производственной специализации предприятия и т. д.

В условиях крупносерийного и массового производства гибкость не является критически важным фактором эффективности работы предприятия и основным направлением повышения такой эффективности становится максимизация уровня отдачи основных производственных ресурсов (преобразовательная эффективность). При этом формируются благоприятные условия для комплексной автоматизации производства, которая находит свое выражение в широком использовании автоматических линий.

В единичном и мелкосерийном производстве требование гибкости часто доминирует над требованием преобразовательной эффективности, что делает нецелесообразным использование автоматических линий, и приводит к необходимости использования других, более адаптивных направлений автоматизации. Основными из таких направлений являются:

- внедрение одноцелевых станков, оснащенных устройствами ЧПУ;
- внедрение многоцелевых станков с ЧПУ типа обрабатывающих центров;
- внедрение гибких производственных систем (ГПС).

Одноцелевые станки с ЧПУ наиболее эффективны в единичном производстве, где вспомогательные (ручные) операции, выполняемые при обработке различных изделий, существенно различаются и обеспечить их полное выполнение без непосредственного участия человека невозможно. Применение таких станков преимущественно нацелено на сокращение машинного времени выполнения технологических операций, повышение точности их выполнения и снижение уровня

брака. Основная трудность, связанная с использованием таких станков, заключается в применении традиционной технологии обработки деталей с постаночным разделением операций, что не позволяет значительно сократить вспомогательное время, а следовательно, и значительно повысить производительность труда.

Многоцелевые (многооперационные) станки с ЧПУ ориентированы на решение указанной проблемы и наиболее эффективно применяются в условиях мелкосерийного производства. Такие станки оснащаются наборами различных инструментов и обеспечивают выполнение комплекса различных операций над обрабатываемыми деталями с одной их установки. При этом смена деталей и инструмента в таких станках выполняется автоматически по заранее заданной программе. Применение таких обрабатывающих центров обеспечивает значительное сокращение длительности производственного цикла (за счет минимизации числа вспомогательных операций), сокращение численности производственного персонала, уменьшение расходов на внутризаводскую транспортировку полуфабрикатов и высвобождение значительных производственных площадей. Вместе с тем станки данного типа являются более дорогостоящими, чем одноцелевые, и их применение является оправданным при относительно больших масштабах производства.

8.2. Сущность, виды и основные параметры работы автоматических линий

В условиях крупносерийного и массового производства основной формой автоматизации производственного процесса является внедрение автоматических поточных линий. Такие линии представляют собой комплекс автоматически управляемых технологических агрегатов, транспортных устройств и контрольно-измерительного оборудования, согласованно работающих и изготавливающих продукцию по единому ритму. Роль рабочего на автоматической линии сводится лишь к общему наблюдению за ее работой, наладке и подналадке отдельных механизмов, а иногда – к подаче заготовки на первую операцию и снятию готового изделия на последней операции. Это позволяет рабочему одновременно управлять значительным числом машин и механизмов.

В зависимости от *характера обрабатываемых предметов труда*, объемов и длительности их выпуска принято выделять следующие типы автоматических линий:

- 1) линии, предназначенные для выполнения части производственного процесса по изготовлению изделий в пределах одной технологической стадии;
- 2) линии, предназначенные для выполнения всего производственного процесса в целом в пределах одной технологической стадии;
- 3) линии, обеспечивающие выполнение всех технологических стадий изготовления изделия от заготовки до окончательной сборки.

Линии первого типа являются лишь частью общей поточной линии по изготовлению того или иного изделия. Они выполняют наиболее простые, но вместе с тем трудоемкие операции, поддающиеся разделению на отдельные технологические переходы, что позволяет использовать для их реализации специальные технологические агрегаты. Другие, более сложные операции для изготавливаемых изделий выполняются на обычных рабочих местах общей поточной линии с применением специального или универсального оборудования. Примером линий данного типа могут служить линии по производству сложных шестерен, на которых все операции токарной обработки выполняются на локальной автоматической линии, а остальные операции – на отдельных станках.

Линии второго типа предназначены для полного изготовления относительно несложных стандартных деталей, выпускаемых в больших количествах и предназначенных для последующего укомплектования более сложных стандартных изделий. Примером линий данного типа являются линии по изготовлению роликов для приводных цепей, линии по изготовлению пружин и т. д.

В *линиях третьего типа* в общий автоматизированный поток объединяется ряд взаимосвязанных линий, образуя при этом комплексно-автоматизированный цех или завод. Примером таких сложных автоматических линий являются линии по изготовлению подшипников.

В зависимости от *характера кинематической связи между технологическими агрегатами* автоматические линии принято подразделять на линии с жесткой, полужесткой и гибкой связью (рис. 8.1).

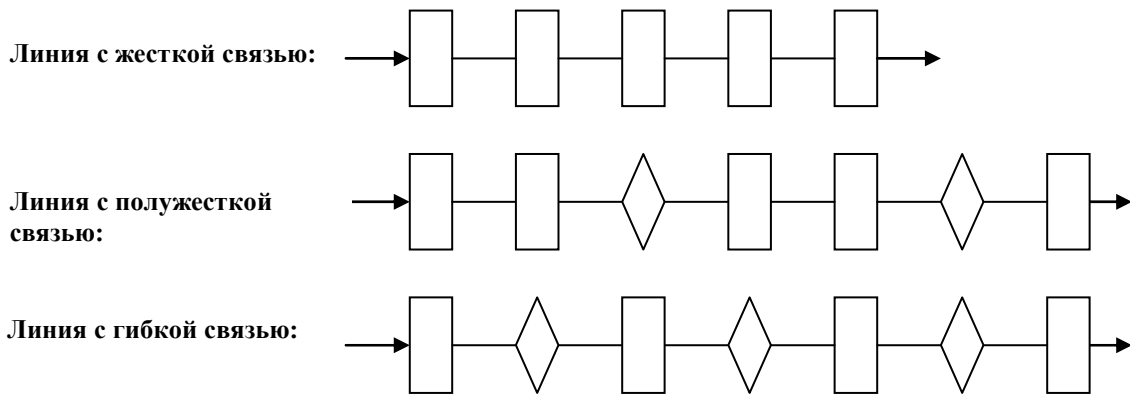


Рис. 8.1. Основные кинематические схемы автоматических линий:

□ – технологический агрегат; ◇ – накопительное устройство

На линиях с жесткой кинематической связью все станки и механизмы связываются в жесткую систему единым межоперационным транспортом, осуществляющим в соответствии с заданным ритмом одновременную принудительную передачу всех деталей с операции на операцию. Линии данного типа являются наименее дорогостоящими, однако имеют ряд существенных недостатков, основными из которых являются минимальная степень гибкости, необходимость равенства или кратности штучного времени выполнения всех операций линии и необходимость остановки всей линии в случае поломки любого из станков.

Линии с полужесткой и гибкой кинематической связью оснащаются независимым межоперационным транспортом, позволяющим передавать детали с операции на операцию независимо одна от другой. На таких линиях после каждой операции (гибкая связь) или их группы (полужесткая связь) устанавливаются специальные устройства для накопления межоперационного задела (т. е. частично обработанных деталей), за счет которого обеспечивается непрерывная работа станков на последующих операциях при временной остановке одного или нескольких из них на предыдущих операциях. Линии данных типов являются более дорогостоящими по отношению к линиям с жесткой связью, поскольку, во-первых, требуют дополнительных затрат на создание и обслуживание накопительных устройств и механизмов, а во-вторых, вызывают дополнительные расходы, связанные с формированием и хранением межоперационных заделов. Вместе с тем такие линии исключают потери от простоев из-за остановки отдельных технологических агрегатов и, что более важно, имеют существенно большую гибкость, позволяющую относительно быстро из-

менять номенклатуру изготавливаемых на них изделий и оперативно менять технологические режимы выполнения отдельных операций.

Основными параметрами, характеризующими эффективность работы автоматических линий, являются показатели производительности, основными из которых являются:

- технологическая производительность;
- цикловая производительность;
- потенциальная производительность;
- фактическая производительность.

Расчет всех показателей производительности выполняется для наиболее трудоемких операций технологического процесса.

Технологическая производительность автоматической линии характеризует возможное число ее полных рабочих ходов в единицу времени и определяется по формуле

$$\rho_{\text{т}} = \frac{1}{t_{\text{м}}}, \quad (8.1)$$

где $t_{\text{м}}$ – машинное время непосредственной обработки детали, т. е. время рабочих ходов станков линии или так называемое основное время $t_{\text{о}}$, мин.

Цикловая производительность автоматической линии характеризует возможное число полных рабочих циклов технологического агрегата в единицу времени, т. е. учитывает помимо машинного времени также и время выполнения вспомогательных операций (время установки и закрепления заготовок на станке, время снятия изделия со станка, время холостых движений рабочих инструментов и т. д.):

$$\rho_{\text{ц}} = \frac{1}{T_{\text{ц}}} = \frac{1}{t_{\text{м}} + t_{\text{в}}}, \quad (8.2)$$

где $T_{\text{ц}}$ – продолжительность одного рабочего цикла линии, мин; $t_{\text{в}}$ – время выполнения вспомогательных операций при обработке одной детали, мин.

Показатели технологической и цикловой производительности являются эталонными значениями, поскольку рассчитываются для таких условий производства, при которых линия работает непрерывно. В реальности периоды непрерывной работы чередуются с простоями линии, которые в зависимости от своей природы делятся на режимные и организационно-технические.

Режимные простои линии являются объективно необходимыми и связаны с ее ремонтом, техническим обслуживанием и выполнением наладочных операций.

Простои по организационно-техническим причинам являются действительными потерями времени и могут быть связаны с появлением брака на предыдущей стадии производства, неявкой рабочих, обслуживающих линию, перебоями в поставках материалов и т. д.

С учетом простоев двух видов показатель цикловой производительности линии может быть скорректирован, в результате чего могут быть установлены показатели *потенциальной* и *фактической производительности* линии:

$$\rho_{\Pi} = \frac{1}{T_{\Pi} + t_{\Pi}^p}; \quad (8.3)$$

$$\rho_{\Phi} = \frac{1}{T_{\Pi} + t_{\Pi}^p + t_{\Pi}^{от}}, \quad (8.4)$$

где t_{Π}^p – удельное время режимных простоев линии, мин; $t_{\Pi}^{от}$ – удельное время простоев линии по организационно-техническим причинам, мин.

Соотношение различных показателей производительности линии позволяет рассчитать коэффициенты ее технического и общего использования:

$$K_{\text{т.и}} = \frac{\rho_{\Pi}}{\rho_{\Pi}}; \quad (8.5)$$

$$K_{\text{о.и}} = \frac{\rho_{\Phi}}{\rho_{\Pi}}. \quad (8.6)$$

В современной промышленности широкое распространение получила одна из разновидностей автоматических производственных линий, называемая *роторными линиями*. Отличительная особенность линий данного типа в том, что в них обрабатываемые предметы труда вместе с воздействующими на них рабочими инструментами в ходе технологического процесса перемещаются по дугам окружности специальных технических устройств, называемых *роторами*.

Конструктивно роторные линии состоят из двух основных элементов – транспортных и рабочих роторов. Каждый из таких элементов представляет собой дисковую кинематическую систему, по периметру которой располагаются заготовки изготавливаемых деталей. Транспортные роторы обеспечивают перемещение предметов труда от одного рабочего механизма к другому. Рабочие роторы обеспечивают непосредственное выполнение технологических операций.

Рабочие роторы, в свою очередь, состоят из двух частей: несущей и исполнительной. Несущая часть служит для фиксации предметов труда в процессе их обработки, а исполнительная часть обеспечивает непосредственное рабочее движение инструментов и оснастки.

Транспортные и рабочие роторы имеют общий привод, обеспечивающий их синхронное вращение через равные промежутки времени, называемые *ритмом линии*.

Эффективность роторных линий проявляется в сокращении потребности в производственных площадях, росте производительности линии и в увеличении ее гибкости, которая достигается за счет того, что с одной установки на такой линии можно обрабатывать несколько конструктивно сходных видов продукции.

Оценка эффективности роторных линий осуществляется по показателям производительности, расчет которых выполняется с учетом количества изделий, одновременно обрабатываемых за один рабочий цикл:

$$\rho_{\tau} = \frac{n}{t_{\text{м}}}; \quad (8.7)$$

$$\rho_{\text{ц}} = \frac{n}{t_{\text{ц}}}; \quad (8.8)$$

$$\rho_{\text{п}} = \frac{n}{T_{\text{ц}} + t_{\text{пр}}^{\text{р}}}; \quad (8.9)$$

$$\rho_{\text{ф}} = \frac{n}{T_{\text{ц}} + t_{\text{пр}}^{\text{р}} + t_{\text{пр}}^{\text{от}}}. \quad (8.10)$$

Роторные линии чаще всего используются на операциях узловой сборки, упаковки, расфасовки продукции и т. д.

8.3. Назначение и особенности использования робототехнических производственных комплексов

В современных условиях развития автоматизации производства особое место принадлежит использованию промышленных роботов.

Промышленный робот – это механическая система, включающая манипуляционные устройства, систему управления, чувствительные элементы и средства передвижения. С помощью промышленных роботов можно объединять технологическое оборудование в отдельные робототехнические комплексы различного масштаба, не связанные жестко планировкой и числом комплектующих агрегатов. Принципиальными отличиями робототехники от традиционных средств автоматизации являются ее широкая универсальность (многофункциональность) и гибкость (мобильность) при переходе на выполнение принципиально новых операций.

Промышленные роботы находят применение во всех сферах производственно-хозяйственной деятельности. Они успешно заменяют тяжелый, утомительный и однообразный труд человека, особенно при работе в условиях вредной и опасной для здоровья производственной среды. Они способны воспроизводить некоторые двигательные и умственные функции человека при выполнении ими основных и вспомогательных производственных операций без непосредственного участия рабочих. Для этого их наделяют своеобразными сенсорными способностями, а также способностью к самоорганизации, самообучению и адаптации к внешней среде.

Промышленный робот – это перепрограммируемая автоматическая машина, применяемая в производственном процессе для выполнения двигательных функций, аналогичных функциям человека, при перемещении предметов труда или технологической оснастки.

В историческом развитии промышленных роботов выделяются три базовых ступени. *Роботы первого поколения* (автоматические манипуляторы), как правило, работают по заранее заданной «жесткой» программе (например, в жесткой связи со станками, оснащенными ЧПУ). *Роботы второго поколения* оснащены системами адаптивного управления, представленными различными сенсорными устройствами (например, техническим зрением, осязательными схватами и т. д.) и программами обработки сенсорной информации. *Роботы третьего поколения* наделены искусственным интеллектом, позволяющим выполнять самые сложные функции при замене в производстве человека.

Разнообразие производственных процессов и условий производства предопределяет наличие различных типов *роботизированных технологических комплексов* (РТК) – ячеек, участков, линий и т. д.

Классификация РТК по типу роботизированного подразделения основывается на количественной характеристике выполняемых комплексом технологических операций.

Простейшим типом РТК, который положен в основу более крупных комплексов, вплоть до целых роботизированных предприятий, является *роботизированная технологическая ячейка* (РТЯ), в которой выполняется небольшое число технологических операций. Примером РТЯ может быть роботизированная единица технологического оборудования с ЧПУ.

Более крупным роботизированным комплексом является *роботизированный технологический участок* (РТУ). Он выполняет ряд технологических операций и включает несколько единиц РТЯ. Если операции осуществляются в едином технологическом процессе на последовательно расположенном оборудовании, то в таком случае комплекс представляет собой *роботизированную технологическую линию* (РТЛ).

Структурно РТК может быть представлен в виде цеха, состоящего из нескольких РТУ, РТЛ, автоматизированных складов и связывающих их транспортных промышленных роботов (робоэлектрокаров). Высшей формой организации производства является создание комплексно роботизированного завода.

В зависимости от вида роботизированного производственного процесса РТК могут быть предназначены для получения заготовок, механической обработки деталей, выполнения процессов сборки либо для реализации контрольно-сортировочных и транспортно-перегрузочных операций, в том числе для внутрицехового транспортирования и складских операций.

Проектирование РТК осуществляется в два этапа. На первом этапе осуществляется анализ производственных проблем, выбираются возможные объекты роботизации, состав основного технологического оборудования, вид движения деталей, система рационального автоматизированного управления технологическим процессом и функциональными задачами. На втором этапе осуществляется непосредственное проектирование РТК, предполагающее:

- формирование структуры, определение количества и характеристик промышленных роботов и технологического оборудования;
- разработку рациональных планировок оборудования РТК в производственном помещении;
- составление и отлаживание алгоритмов и программных систем управления РТК.

Компоновочные варианты РТК зависят от решаемых технологических задач, уровня автоматизации, числа и типажа промышленных роботов, их технических и функциональных возможностей. Как правило, компоновочные варианты РТК основываются на принципах индивидуального и группового обслуживания оборудования промышленными роботами.

Возможны три основных варианта *индивидуального обслуживания*:

- 1) робот встраивается в технологическое оборудование;
- 2) робот размещается рядом с оборудованием;
- 3) несколько роботов обслуживают единицу оборудования.

При *групповом обслуживании* робот взаимодействует с несколькими единицами технологического оборудования, при этом возможны два варианта компоновки:

- линейное расположение оборудования вдоль робота;
- круговое расположение оборудования вокруг робота.

Выбор оптимальных параметров и рациональных конструкторских решений в период проектирования РТК производится с учетом ряда организационно-экономических факторов, таких, в частности, как производительность РТК, ожидаемый уровень его надежности и эффективности функционирования и т. д.

К числу основных параметров РТК относятся:

- проектная потенциальная производительность;
- фактическая производительность;
- уровень надежности;
- такт РТК.

Потенциальная производительность РТЯ с учетом собственных простоев оборудования определяется по формуле

$$\rho_{п.п} = \frac{N_{ц}}{T_{ц}} \left(\frac{t_p}{t_p + t_{т.о}} \right), \quad (8.11)$$

где $N_{\text{ц}}$ – число деталей, обрабатываемых РТЯ за один рабочий цикл, шт.; $T_{\text{ц}}$ – продолжительность рабочего цикла РТЯ, мин; $t_{\text{р}}$ – время работы оборудования РТЯ без перерывов в рамках одного цикла, мин; $t_{\text{т.о}}$ – время простоев, связанных с регулировкой, сменой и подналадкой инструмента, с отказами устройств РТЯ и т. д.:

$$t_{\text{т.о}} = t_{\text{об}} + t_{\text{п.р}} + t_{\text{в.о}}, \quad (8.12)$$

где $t_{\text{об}} + t_{\text{п.р}} + t_{\text{в.о}}$ – потери времени из-за простоев соответственно основного технологического оборудования, промышленных роботов и вспомогательного оборудования.

Соотношение (8.13) называется *коэффициентом технического использования РТЯ*. Соответственно выражение (8.13) можно переписать в форме (8.14):

$$K_{\text{т.и}} = \frac{t_{\text{р}}}{t_{\text{р}} + t_{\text{т.о}}}; \quad (8.13)$$

$$\rho_{\text{п.п}} = \frac{N_{\text{ц}}}{T_{\text{ц}}} \cdot K_{\text{т.и}}. \quad (8.14)$$

Необходимо учитывать, что помимо собственных перерывов, технологическое оборудование также может простаивать и из-за организационно-технических причин. Для учета общей величины простоев используется так называемый коэффициент суммарных внецикловых потерь рабочего времени, рассчитываемый по формуле

$$K_{\text{с.в.п}} = \frac{t_{\text{т.р}} + t_{\text{и}} + t_{\text{т.о}}}{100 - (t_{\text{т.р}} + t_{\text{и}} + t_{\text{т.о}})} + \frac{t_{\text{п.р}}}{100 - t_{\text{п.р}}} + \frac{t_{\text{в.о}}}{100 - t_{\text{в.о}}}, \quad (8.15)$$

где $t_{\text{т.р}} + t_{\text{и}} + t_{\text{т.о}} = t_{\text{об}}$ – время простоев основного оборудования в связи с текущим ремонтом $t_{\text{т.р}}$, сменой и наладкой инструментов ($t_{\text{и}}$), техническим и организационным обслуживанием $t_{\text{т.о}}$, мин.

Учитывая этот коэффициент, можно рассчитать *фактическую производительность РТК*:

$$\rho_{\text{п.п}} = \frac{N_{\text{ц}}}{T_{\text{ц}}} K_{\text{с.в.п}}. \quad (8.16)$$

Одним из важных показателей, характеризующих эффективность функционирования РТК, является *уровень его надежности*. Этот показатель рассчитывается по формуле

$$Y_H = \frac{t_{\text{ом}}}{t_{\text{отк}} - t_{\text{вос}}}, \quad (8.17)$$

где $t_{\text{ом}}$ – время, затрачиваемое на техническое и организационное обслуживание РТК в анализируемом периоде; $t_{\text{отк}}$ – наработка РТК на отказ за период; $t_{\text{вос}}$ – среднее время восстановления работоспособности РТК в случае его отказа.

Повышение надежности РТК позволяет снизить потери времени на планово-предупредительные ремонты и ликвидацию аварийных отказов, а также уменьшить затраты на ремонт всех видов и техническое обслуживание оборудования. Обеспечение ритмичности производственного процесса в условиях РТК и синхронизация операций являются одной из наиболее сложных организационных задач. Для РТК принято устанавливать величину усредненного такта или ритма и за счет группировки и подбора операций обеспечивать равенство или кратность между продолжительностью операций и тактом. Усредненный такт определяется по формуле

$$r_{\text{ус}} = \frac{t_{\text{шт}_i}}{Ч_{\text{РТЯ}}}, \quad (8.18)$$

где $t_{\text{шт}_i}$ – штучное время на i -й операции, мин; $Ч_{\text{РТЯ}}$ – число РТЯ в составе РТК, ед.

За счет синхронизации такта и продолжительности операций простой оборудования РТК сводятся к минимуму, при этом повышаются его производительность и эффективность.

8.4. Сущность, виды и структура гибких производственных систем

Несмотря на постоянный рост уровня своей эффективности, традиционные средства автоматизации производства в большей степени ориентированы на условия крупносерийного и массового производства. Необходимость повышения эффективности мелкосерийного производства требует использования специализированных средств авто-

матизации, в качестве которых выступают гибкие производственные системы (ГПС).

Гибкие производственные системы представляют собой разновидность комплексно автоматизированного производства, построенного по блочно-модульному принципу и обеспечивающего возможность с минимальными затратами менять режимы своей работы и номенклатуру производимой продукции.

Основными принципами работы ГПС являются:

- блочно-модульная форма построения;
- использование групповых технологических процессов;
- комплексная автоматизация всех основных и вспомогательных операций.

Гибкие производственные системы отличаются от традиционных автоматических линий возможностью выпуска мелких партий изделий постоянно изменяющейся номенклатуры. Вместе с тем ГПС сохраняют основные преимущества комплексно автоматизированного производства, в частности, обеспечивают существенный рост производительности труда и отдачи оборудования, непрерывность производственного процесса и стабильность качества изготавливаемых изделий.

Основным параметром, по которому проводится подбор ГПС для конкретного производства, является степень гибкости, которая оценивается средними затратами времени или средней стоимостью изменения режимов работы технологического оборудования. Гибкость ГПС является многокритериальным параметром и имеет следующие основные формы:

- гибкость по номенклатуре продукции – способность быстро и экономично переходить на выпуск изделий новой номенклатуры;
- гибкость по объему выпуска – способность экономично изготавливать партии изделий меняющегося объема;
- машинная гибкость – возможность быстрой замены технологического оборудования или вспомогательных устройств внутри отдельных производственных модулей;
- структурная гибкость – возможность быстрой и экономичной переконфигурации производственных модулей при необходимости изменения производственного процесса;

– технологическая гибкость – способность реализовывать различные варианты технологического процесса на одном и том же оборудовании.

Выделенные виды гибкости в некоторых случаях могут противоречить друг другу, в связи с чем выбор оптимального варианта ГПС должен учитывать индивидуальные особенности конкретного производства.

Структурно ГПС состоит из двух частей: производственно-технологической и информационно-управляющей.

Производственно-технологическая часть ГПС предназначена для выполнения всех основных и вспомогательных технологических операций над элементами материального потока. В свою очередь, она состоит из набора гибких производственных модулей и системы обеспечения.

Гибкие производственные модули представляют собой набор нескольких универсальных единиц оборудования, оснащенных устройствами ЧПУ и объединенных между собой автоматизированными транспортно-накопительными устройствами (промышленными роботами) и единой системой контрольно-измерительных устройств. В зависимости от размера ГПС и характера выполняемых ею функций гибкие производственные модули интегрируются между собой, формируя такие разновидности гибкого производства, как: гибкая автоматизированная линия; гибкий автоматизированный участок; гибкий автоматизированный цех; гибкое автоматизированное предприятие.

Система обеспечения предназначена для синхронизации работы отдельных производственных модулей и выполнения всех необходимых вспомогательных операций. В большинстве случаев в структуру системы обеспечения ГПС входят:

- автоматизированная система складирования и транспортировки полуфабрикатов;
- автоматизированная система инструментального обеспечения;
- автоматизированная система контроля качества;
- автоматизированная система удаления отходов производства.

Информационно-управляющая часть ГПС представлена иерархией АСУ и поддерживающих их ЭВМ, регламентирующих работу отдельных производственных модулей, их комплексов и элементов системы обеспечения (рис. 8.2).

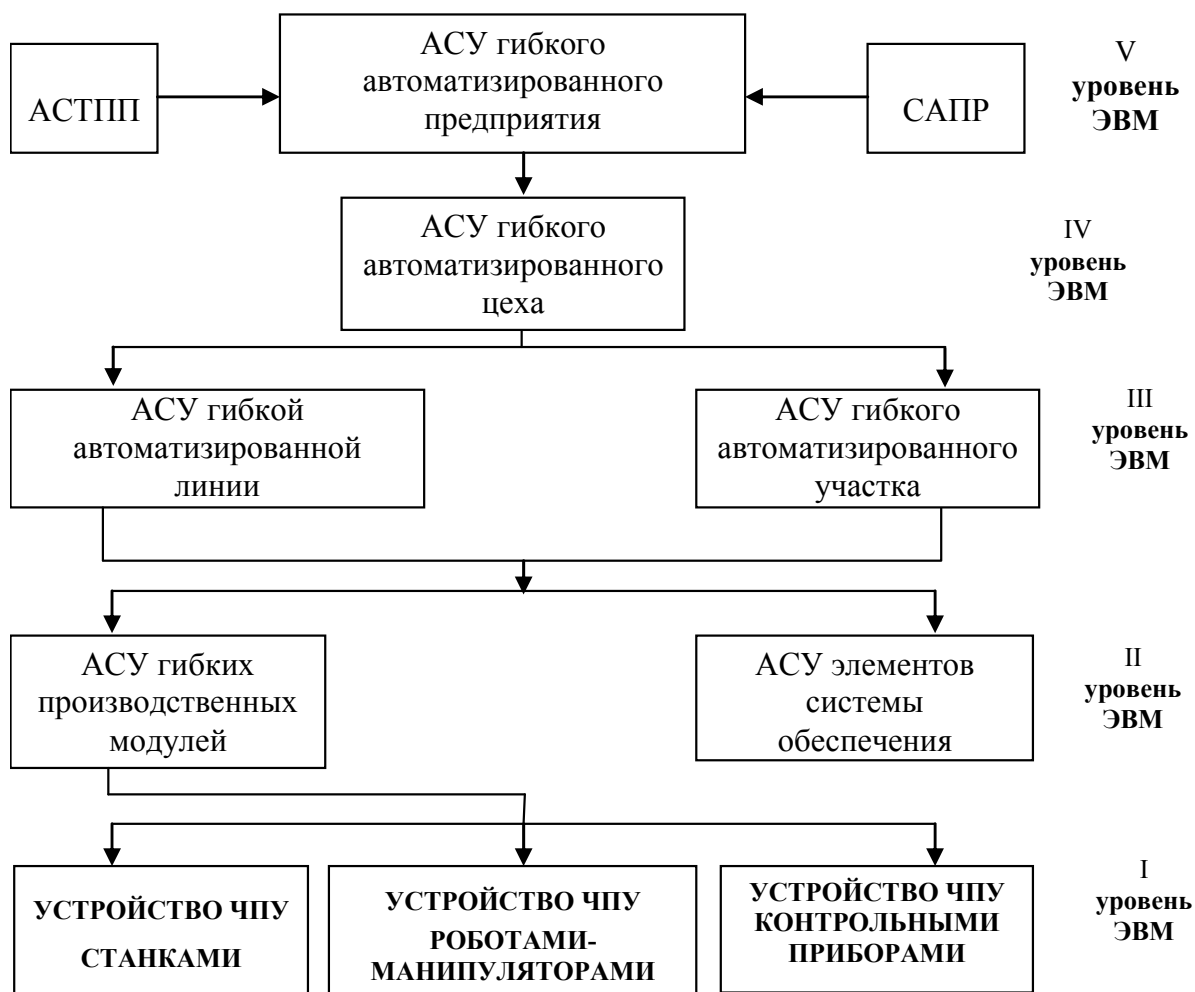


Рис. 8.2. Типовая структурная схема информационно-управляющей части гибкой производственной системы

На практике автоматизированные системы управления ГПС интегрируются с автоматизированными системами подготовки производства, в частности, с системой автоматизированного проектирования (САПР) и системой автоматизированной технологической подготовки производства (САТПП). Формируемая в результате этого комплексная система автоматизированного управления производством охватывает все основные стадии разработки и изготовления продукции и обеспечивает взаимосвязь таких стадий.

РАЗДЕЛ III. ОРГАНИЗАЦИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ И ОБСЛУЖИВАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ

ТЕМА 9. ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ РЕМОНТНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ ПРЕДПРИЯТИЯ

- Значение, задачи и типовая структура ремонтных служб предприятия.
 - Сущность и основные нормативы системы планово-предупредительных ремонтов.
 - Подготовка, планирование и организация выполнения ремонтных работ.
 - Техничко-экономические показатели и направления совершенствования работы ремонтных служб.
-

9.1. Значение, задачи и типовая структура ремонтных служб предприятия

Основным видом используемых в производственном процессе материальных ресурсов является различного рода технологическое оборудование. В процессе своего использования такое оборудование постепенно изнашивается, в результате чего теряет точность своей работы и другие потребительские характеристики. Это означает, что для поддержания стабильных параметров производственного процесса необходимым является систематическое техническое обслуживание оборудования, его ремонт и техническая диагностика. Техническое обслуживание ориентировано на поддержание работоспособности оборудования при его целевом использовании, хранении, транспортировке и монтаже. Ремонтные операции направлены на восстановление технических характеристик оборудования. Операции технической диагностики нацелены на выявление приоритетных форм технического обслуживания и ремонта. Для выполнения такого рода функций на промышленном предприятии создаются специализированные ремонтные службы, деятельность которых преследует две основных цели:

- поддержание оборудования в работоспособном и исправном состоянии;
- минимизация издержек, связанных с ремонтом и техническим обслуживанием оборудования.

О значимости ремонтного хозяйства как элемента производственной структуры предприятия можно судить по следующим пара-

метрам: в среднем по промышленности затраты на ремонт составляют около 10–15 % от первоначальной стоимости оборудования, доля таких затрат в себестоимости продукции достигает уровня 6–8 %, а удельный вес ремонтных рабочих в общей численности вспомогательного персонала для большинства предприятий составляет от 20 до 30 %.

Структура ремонтных служб определяется совместным влиянием многих факторов, основными из которых являются тип и масштаб производства, особенности технологического процесса (в частности, его непрерывность), конструктивные особенности применяемого оборудования, принятая на предприятии степень централизации управленческих функций и т. д.

В общем случае в структуру ремонтного хозяйства промышленного предприятия входят:

- отдел главного механика (ОГМ);
- один или несколько ремонтно-механических цехов (РМЦ);
- внутрицеховые ремонтные службы;
- общезаводские склады запасных частей, узлов и комплектующих.

Типовая структурная схема ремонтных служб промышленного предприятия представлена на рис. 9.1.

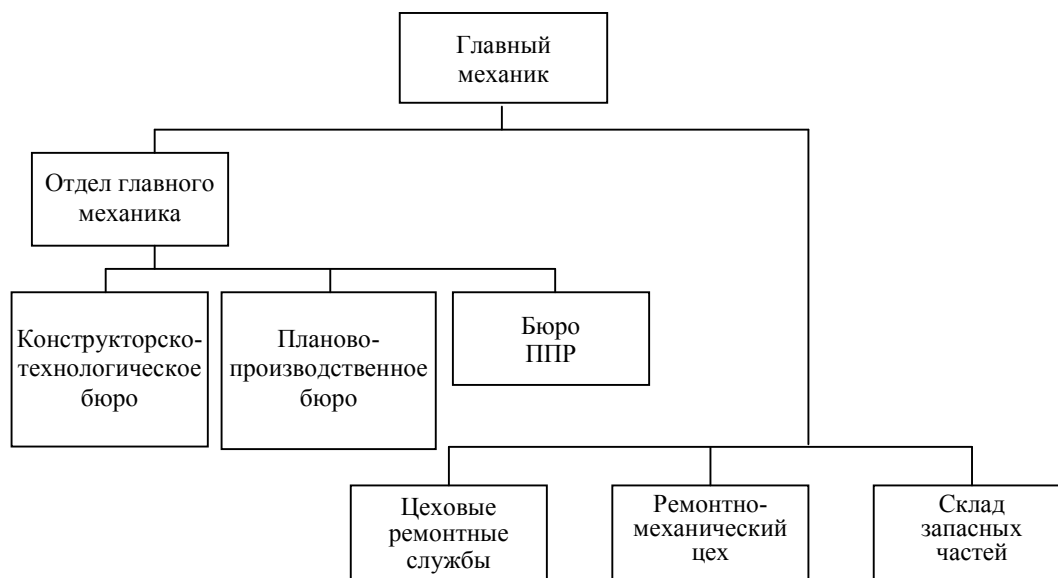


Рис. 9.1. Типовая структура ремонтной службы предприятия

Возглавляется ремонтное хозяйство главным механиком, находящимся в подчинении у главного инженера предприятия. В распоряжении главного механика находится специализированный отдел (ОГМ). Внутренняя структура такого отдела состоит из ряда функциональных бю-

ро, типовыми из которых являются: конструкторско-технологическое, планово-производственное и бюро планово-предупредительных ремонтов (ППР).

Конструкторско-технологическое бюро осуществляет все виды работ по технической подготовке плановых ремонтов, в частности, проводит комплектование альбомов чертежей на оборудование, разрабатывает технологические процессы выполнения ремонтных работ, а также подготавливает комплекты технической документации для работ по модернизации оборудования.

Планово-производственное бюро выполняет следующие основные функции:

- разрабатывает календарные графики выполнения ремонтных работ;
- проводит оценку и анализ технико-экономических показателей работы ремонтного хозяйства;
- проводит выявление непроизводительных потерь в ходе ремонтных операций и разрабатывает мероприятия по их устранению.

Бюро ППР обеспечивает выполнение всех текущих операций, связанных с реализацией плановых ремонтов. Обычно в структуре такого бюро выделяют несколько функциональных групп, наиболее распространенными из которых являются:

1) инспекторская группа (контролирует ход выполнения ремонтных операций, их сроки и стоимость, а также проводит надзор за текущим обслуживанием оборудования в ходе его непосредственной эксплуатации);

2) учетная группа (ведет паспортизацию всех единиц технологического оборудования предприятия, контролирует процесс его хранения, внутризаводского перемещения, а также проводит ежегодную инвентаризацию оборудования);

3) группа запасных частей (ведет учет номенклатуры всех необходимых для ремонта деталей и узлов, контролирует состояние складских запасов, координирует процесс закупки запчастей у внешних поставщиков и процесс самостоятельного изготовления запчастей ремонтно-механическими цехами);

4) группа ремонтно-смазочного хозяйства (разрабатывает и контролирует выполнение календарного графика очистки и смазки технологического оборудования).

Ремонтно-механические цехи являются основной материальной базой ремонтного хозяйства предприятия и обычно выполняют следующие виды работ:

- средние и капитальные ремонты оборудования всех цехов предприятия;
- работы по модернизации оборудования;
- изготовление необходимых для ремонта деталей и узлов;
- вспомогательные хозяйственные работы.

Ремонтно-механические цехи оснащаются разнообразным технологическим оборудованием и рабочими высокой квалификации, а выполняемый в таких цехах производственный процесс по своим параметрам близок к мелкосерийному типу производства.

Внутрицеховые ремонтные службы создаются в основных цехах крупных и средних предприятий, находятся в ведении механиков цехов и выполняют малые ремонты оборудования, его текущее техническое обслуживание и диагностику. Такие ремонтные службы создаются только в том случае, если на предприятии принята децентрализованная или смешанная форма ремонтного обслуживания.

Общезаводской склад запчастей и узлов является центральным хранилищем всех необходимых для ремонта комплектующих. Он объединяет потоки деталей и узлов, закупаемых со стороны и изготавливаемых предприятием самостоятельно, а также распределяет комплектующие между ремонтно-механическими цехами и внутрицеховыми ремонтными службами.

Численность персонала ремонтных служб может нормироваться детализированным и укрупненным методом. Детализированный метод расчета обычно применяется на крупных предприятиях с развитыми ремонтными службами. При данном методе численность непосредственных ремонтных рабочих нормируется исходя из плановой трудоемкости ремонтных работ, численность инженерно-технического и управленческого персонала устанавливается по статистическим зависимостям или нормам управляемости. Укрупненный метод расчета более распространен на мелких и средних предприятиях, при его использовании численность ремонтного персонала задается в виде процента от численности основных производственных рабочих.

9.2. Сущность и основные нормативы системы планово-предупредительных ремонтов

Теоретически существует две альтернативные системы ремонтного обслуживания производства – аварийно-восстановительная и планово-предупредительная. Сущность первой из этих систем состоит в выполнении необходимых ремонтных операций по мере возникно-

вения поломок оборудования. Внутренние издержки самой этой системы относительно невелики, однако ее использование приводит к чрезмерно большим затратам, связанным с простоями производства из-за поломок оборудования. В связи с этим практическое использование аварийно-восстановительной системы считается нерациональным и работа ремонтных служб большинства современных промышленных предприятий строится на основе другой системы ремонтного обслуживания – системы ППР. Основной отличительной особенностью данной системы является ее предупредительная направленность, т. е. нацеленность на предупреждение прогрессивного нарастания износа оборудования и предупреждения его аварийных поломок. В соответствии с этим в системе ППР ремонтные операции выполняются не по мере возникновения поломок оборудования, а принудительно по заранее составленному календарному графику, предусматривающему определенную наработку оборудования в станко-часах.

Благодаря своей предупредительной направленности система ППР позволяет обеспечить более высокую эксплуатационную готовность оборудования и позволяет минимизировать затраты, связанные с аварийными и внеплановыми ремонтами.

В общем случае система ППР предусматривает выполнение широкого комплекса различных операций, основными из которых являются:

- межремонтное техническое обслуживание;
- смена и наполнение масел;
- проверка параметров точности работы оборудования;
- проведение текущих техосмотров;
- выполнение плановых ремонтов;
- выполнение внеплановых ремонтов.

Межремонтное обслуживание сводится к наблюдению за текущим состоянием оборудования, его подналадке, очистке и смазке и производится как основными производственными рабочими, так и ремонтным персоналом (слесари, электрики и т. д.).

Проверка точности работы оборудования обычно выполняется для прецизионных (высокоточных) и финишных станков после выполнения их плановых ремонтов. Такую проверку обычно осуществляют специально формируемые группы, включающие в свой состав как собственно ремонтных работников, так и контролеров отдела технического контроля (ОТК).

Текущие осмотры выполняются по заранее составленному календарному графику и обычно проводятся во внерабочее время

(ночные смены, нерабочие дни и т. д.). В ходе таких осмотров выполняются те же работы, что и при межремонтном техническом обслуживании, и помимо этого составляются специальные *ведомости дефектов*, т. е. документы, в которых фиксируется номенклатура деталей и узлов, подлежащих замене при очередном плановом ремонте.

Плановые ремонты в зависимости от своего содержания и трудоемкости делятся на малые, средние и капитальные. Малые ремонты обычно выполняются силами внутрицеховых ремонтных служб, не предполагают существенной разборки оборудования и ориентированы на замену отдельных наиболее изношенных деталей. Средние ремонты являются более трудоемкими, связаны с заменой всех изношенных деталей и узлов, предполагают частичную разборку оборудования (как правило, без его снятия с фундамента) и могут осуществляться как внутрицеховыми ремонтными службами, так и ремонтно-механическими цехами. Капитальные ремонты выполняются силами ремонтно-механических цехов, предполагают полную разборку оборудования и его узлов, замену всех изношенных элементов, полную переналадку и испытание под нагрузкой. В большинстве случаев проведение капитальных ремонтов совмещается с реализацией работ по модернизации оборудования.

Внеплановыми являются те ремонтные работы, которые не предусмотрены календарным графиком и связаны с аварийным выходом оборудования из строя. При нормальном выполнении плановых ремонтных работ без нарушения ремонтных нормативов объем внеплановых ремонтов минимизируется.

Функционирование системы ППР основывается на комплексе специальных ремонтных нормативов, основными из которых являются:

- длительность межремонтного цикла;
- структура ремонтного цикла;
- длительность межремонтных и межосмотровых периодов;
- категория ремонтной сложности оборудования;
- нормы трудоемкости ремонтных операций, приходящиеся на одну ремонтную единицу и дифференцированные по видам ремонтных работ и квалификационной категории ремонтных рабочих;
- нормы материалоемкости ремонтных работ;
- нормы складских запасов запчастей и узлов для ремонта.

Под *продолжительностью (длительностью) межремонтного цикла* понимается время работы оборудования от момента ввода его в эксплуатацию до первого капитального ремонта или период между двумя

последовательно выполняемыми капитальными ремонтами. Для механически обрабатывающего оборудования продолжительность межремонтного цикла определяется по формуле

$$T_{\text{м.ц}} = 24000 \cdot \beta_{\text{т.п}} \cdot \beta_{\text{т.о}} \cdot \beta_{\text{м}} \cdot \beta_{\text{у}}, \quad (9.1)$$

где $\beta_{\text{т.п}}$ – коэффициент, учитывающий тип производства; $\beta_{\text{т.о}}$ – коэффициент, характеризующий тип оборудования; $\beta_{\text{м}}$ – коэффициент, учитывающий преобладающий тип обрабатываемых конструкционных материалов; $\beta_{\text{у}}$ – коэффициент, характеризующий условия эксплуатации оборудования (влажность, запыленность, температуру и т. п.).

Под **структурой межремонтного цикла** понимается перечень и последовательность выполнения ремонтных работ и работ по техническому обслуживанию в период межремонтного цикла. Например, для многих средних и легких металлорежущих станков структура межремонтного цикла имеет следующий вид:

$$K_1 - O_1 - T_1 - O_2 - T_2 - O_3 - C_1 - O_4 - T_3 - O_5 - T_4 - O_6 - K_2, \quad (9.2)$$

где K – капитальный ремонт оборудования; O – осмотр (техническое обслуживание); T – текущий (малый) ремонт оборудования; C – средний ремонт оборудования.

Структура межремонтного цикла показывает, в каком количестве и в какой последовательности должны проводиться те или иные виды ремонта или обслуживания оборудования.

Межремонтный период – это время работы единицы оборудования между двумя очередными плановыми ремонтами. Продолжительность межремонтного периода определяется по формуле

$$t_{\text{мп}} = \frac{T_{\text{м.ц}}}{n_{\text{с}} + n_{\text{т}} + 1}, \quad (9.3)$$

где $n_{\text{с}}$ – число средних ремонтов, подлежащих выполнению в рамках межремонтного цикла; $n_{\text{т}}$ – число текущих ремонтов, подлежащих выполнению в рамках межремонтного цикла.

Межосмотровый период – время работы оборудования между двумя очередными осмотрами и плановыми ремонтами (периодичность технического обслуживания). Продолжительность этого периода рассчитывается по формуле

$$t_{\text{MP}} = \frac{T_{\text{м.ц}}}{n_{\text{с}} + n_{\text{т}} + n_{\text{о}} + 1}, \quad (9.4)$$

где $n_{\text{о}}$ – число осмотров или число раз технического обслуживания на протяжении межремонтного цикла.

Под **категорией сложности ремонтных работ** понимаются степень сложности ремонта оборудования и его особенности. Чем сложнее оборудование, чем больше его габариты и выше точность обработки на нем, тем сложнее ремонт, а следовательно, и выше категория сложности. Категория ремонтной сложности любого станка определенной группы оборудования устанавливается путем сопоставления его с эталонным станком данной группы, для которого установлена некая базовая категория ремонтной сложности.

Трудоемкость ремонтных работ того или иного вида определяется исходя из количества единиц ремонтной сложности и норм времени, установленных на одну ремонтную единицу. Количество единиц ремонтной сложности оборудования совпадает с категорией его ремонтной сложности. Нормы времени устанавливаются на одну ремонтную единицу по видам ремонтных работ отдельно на слесарные, станочные и прочие работы (табл. 9.1).

Суммарная трудоемкость по отдельному виду ремонтных работ определяется по формуле

$$T = R \cdot t_{\text{р}} \cdot C_{\text{об}}, \quad (9.5)$$

где R – категория ремонтной сложности оборудования анализируемой группы; $t_{\text{р}}$ – норма времени на одну ремонтную единицу по всем видам ремонтных работ, нормо-ч; $C_{\text{об}}$ – количество единиц оборудования данной группы, ед.

Таблица 9.1

Нормы времени на одну ремонтную единицу, нормо-ч

Типы ремонтного обслуживания	Слесарные работы	Станочные работы	Прочие (окрасочные, сварочные и т. п.) работы	Всего
Осмотр	0,75	0,1	–	0,85
Текущий ремонт	4,0	2,0	0,1	6,1
Средний ремонт	16,0	7,0	0,5	23,5
Капитальный ремонт	23,0	10,0	2,0	35,0

Для установления потребной численности ремонтных рабочих соответствующей профессии (слесарей, станочников, сварщиков и т. д.) на анализируемый период осуществляется расчет общей трудоемкости подлежащих выполнению в этом периоде ремонтных работ:

$$T_{\text{общ}} = t_{\text{п.к}} \sum_{i=1}^{n_{\text{к}}} R_i + t_{\text{п.с}} \sum_{j=1}^{m_{\text{с}}} R_j + t_{\text{п.т}} \sum_{k=1}^{f_{\text{м}}} R_k + t_{\text{о}} \sum_{l=1}^{d_{\text{о}}} R_l, \quad (9.6)$$

где $t_{\text{п.к}}$ – норма трудоемкости работ соответствующего типа (слесарных, станочных и т. д.) для капитального ремонта на одну ремонтную единицу; $t_{\text{п.с}}$ – норма трудоемкости работ соответствующего типа для среднего ремонта на одну ремонтную единицу; $t_{\text{п.т}}$ – норма трудоемкости работ соответствующего типа для текущего (малого) ремонта на одну ремонтную единицу; $t_{\text{о}}$ – норма трудоемкости работ соответствующего типа для осмотров (технического обслуживания) на одну ремонтную единицу; $n_{\text{к}}$ – общее количество капитальных ремонтов, подлежащих выполнению в анализируемом периоде; $m_{\text{с}}$ – общее количество средних ремонтов, подлежащих выполнению в анализируемом периоде; $f_{\text{м}}$ – общее количество текущих ремонтов, подлежащих выполнению в анализируемом периоде; $d_{\text{о}}$ – общее количество осмотров, подлежащих выполнению в анализируемом периоде; R_i – категория ремонтной сложности оборудования, для которого осуществляется i -й капитальный ремонт; R_j – категория ремонтной сложности оборудования, для которого осуществляется j -й средний ремонт; R_k – категория ремонтной сложности оборудования, для которого осуществляется k -й текущий ремонт; R_l – категория ремонтной сложности оборудования, для которого осуществляется l -й осмотр.

Соответственно необходимая численность ремонтных рабочих той или иной квалификации определяется по формуле

$$\text{Ч}_{\text{р}} = \frac{T_{\text{общ}}}{F_{\text{эф}} \cdot K_{\text{в.н}}}, \quad (9.7)$$

где $F_{\text{эф}}$ – эффективный фонд рабочего времени одного работника соответствующей квалификации, ч; $K_{\text{в.н}}$ – плановый коэффициент выполнения норм по ремонтным работам анализируемого типа.

Материалоемкость всех видов ремонтов и технического обслуживания определяется исходя из норм расхода материалов, установленных на единицу ремонтной сложности и количества единиц ремонтной сложности оборудования данной группы.

Нормы складских запасов запасных частей и узлов для ремонта устанавливаются отдельно по каждой их номенклатурной разновидности и обычно рассчитываются по формулам следующего вида:

$$N_3 = \sum_{i=1}^n C_{p.m_i} K_{з_i} \frac{T_{и}}{T_{сл_i}} K_{н_i}, \quad (9.8)$$

где n – общее количество групп оборудования, в котором используется данный вид деталей; $C_{p.m_i}$ – количество единиц оборудования в i -той группе; $K_{з_i}$ – количество запасных частей рассматриваемого вида, необходимых для одновременной замены по единице оборудования i -го вида; $T_{и}$ – срок изготовления или получения со стороны деталей рассматриваемого вида; $T_{сл_i}$ – срок полезной службы деталей данного вида в оборудовании i -го вида; $K_{н_i}$ – коэффициент неравномерности ремонтов по оборудованию i -той группы.

На основе ремонтных нормативов разрабатываются годовые графики ППР оборудования, в которых по конкретным срокам предусматриваются необходимые ремонты и мероприятия по техническому обслуживанию каждой единицы оборудования; определяются размеры трудоемкости предстоящих работ и устанавливается штат ремонтного персонала. Эти графики кладутся в основу текущего планирования и анализа выполнения работ в цехах и на предприятии в целом.

9.3. Подготовка, планирование и организация выполнения ремонтных работ

Для своего эффективного выполнения планово-ремонтные работы требуют проведения соответствующей подготовки, которая состоит из технической и организационной части. Техническая подготовка ремонтов, в свою очередь, делится на конструкторскую и технологическую.

Конструкторская подготовка ремонтных работ сводится к систематизации технической документации на ремонтируемое оборудование и представление этой документации в виде специальных конструкторских альбомов. В общем случае такие альбомы включают в себя:

- 1) паспорт станка;
- 2) чертежи основных схем (кинематической, электрической, смазочной и т. д.);
- 3) чертежи основных узлов и наиболее значимых деталей;
- 4) спецификация на покупные детали и узлы;
- 5) чертежные материалы, необходимые для модернизации оборудования.

На основе конструкторских альбомов выполняется *технологическая подготовка плановых ремонтов*, в ходе которой разрабатывается технологический процесс разборки и сборки оборудования, технологический процесс изготовления сменных деталей и запчастей, а также уточняется ведомость дефектов, составленная при проведении предшествующих текущих осмотров оборудования.

Организационная подготовка ремонтных работ предполагает решение следующих основных задач:

- формирование бригад ремонтных рабочих;
- установление места и сроков выполнения отдельных ремонтных работ;
- разработка системы обеспечения ремонтных бригад необходимыми инструментами, оснасткой, запасными деталями и узлами для ремонта и необходимой технической документацией.

Планирование ремонтных работ сводится к построению укрупненных годовых, а также детализированных поквартальных и месячных календарных графиков ремонта оборудования.

Построение календарных графиков ремонтных работ осуществляется в несколько этапов.

На первом этапе для каждой установленной единицы оборудования разрабатывается первичный календарный график ремонтных работ на предстоящий период. В основу построения такого графика кладутся основные нормативы, а также данные о сроках и характере ремонтных работ, выполненных в предплановом периоде.

На втором этапе полученные частные графики сводятся вместе, в результате чего формируется обобщающий предварительный график ремонта оборудования по соответствующим подразделениям.

На третьем этапе проводится анализ полученного сводного графика, в результате чего определяется степень равномерности распределения ремонтных работ по кварталам и месяцам планового года.

На четвертом этапе по результатам проведенного анализа полученный сводный график корректируется. Данная корректировка

предполагает смещение ремонтных операций с одного месяца на другой. В качестве критериев оптимизации выступают:

- равная трудоемкость ремонтных операций, подлежащих выполнению в каждом месяце (учитывается для обеспечения равномерности загрузки ремонтных рабочих);

- соответствие суммарного простоя оборудования в ремонте по каждому месяцу плановому заданию по выпуску основной продукции (выражается в единицах трудоемкости или станкоемкости).

По результатам проведенной оптимизации оформляется итоговый сводный график плановых ремонтов.

На пятом этапе оптимизированный сводный график детализируется, в результате чего оформляются уточненные частные графики ремонтного обслуживания отдельных технологических агрегатов.

Уточненные детализированные графики ремонтного обслуживания оборудования оформляются в виде специальных таблиц, в которых по каждой единице оборудования фиксируются следующие данные:

- модель станка;
- инвентарный номер;
- категория ремонтной сложности;
- нормативная длительность межремонтных и межосмотровых периодов;

- сроки и характер ремонтных работ, подлежащих выполнению в отдельных месяцах планового года;

- нормативное время простоя оборудования в ремонте по каждому виду ремонтных работ;

- плановая трудоемкость ремонтных операций по отдельным квалификационным видам ремонтных работ (слесарные, станочные и прочие).

На основе построенного календарного графика ремонта осуществляется формирование специализированных ремонтных бригад. Численность рабочих, включаемых в такие бригады, подбирается в соответствии с запланированной трудоемкостью ремонтных работ с тем условием, чтобы загрузка каждого из рабочих была равна или кратна продолжительности смены.

Планируемые работы ремонтного хозяйства, помимо разработки календарного графика ремонтного обслуживания, также предполагают разработку планов работы ремонтно-механических цехов. Такое планирование обычно осуществляется теми же методами, что и пла-

нирование работы основных производственных цехов в условиях мелкосерийного производства (позаказная система планирования, комплектно-сборочная система планирования и система планирования «на склад»).

План работы ремонтно-механического цеха разрабатывается на основе построения ранее оптимизированного сводного графика ремонтных работ и включает в себя плановые задания:

- 1) по выполнению собственно ремонтных операций (средние и капитальные ремонты);
- 2) изготовлению сменных запасных частей и узлов для ремонта;
- 3) регенерации используемых вспомогательных материалов (масел);
- 4) выполнению работ, связанных с модернизацией оборудования.

Каждый вид плановых заданий уточняется по срокам выполнения и объему в натуральных и трудовых единицах.

Помимо плановых заданий по включенным в график ремонтным работам в РМЦ также может резервироваться определенный фонд времени под внеплановые ремонты. На практике объем таких внеплановых ремонтов по трудоемкости задается на уровне 10–15 % от объема плановых ремонтов.

Выполнение плановых ремонтов совместно осуществляется силами РМЦ и силами внутрицеховых ремонтных служб. В зависимости от характера распределения различных ремонтных операций между этими подразделениями принято выделять три формы организации выполнения ремонтов:

- 1) централизованную;
- 2) децентрализованную;
- 3) смешанную.

При *централизованной форме* ремонтов все виды ремонтных операций выполняются в РМЦ. Данная форма ремонтного обслуживания обычно применяется на небольших предприятиях, относящихся к мелкосерийному или единичному типу производства, для которых содержание специализированных ремонтных участков в основных цехах является экономически нецелесообразным. Применение данной формы ремонтного обслуживания обеспечивает экономию затрат на содержание ремонтных служб, однако увеличивает время простоя оборудования в ремонте и препятствует специализации ремонтных рабочих.

Децентрализованная форма ремонтного обслуживания используется на крупных предприятиях, относящихся к крупносерийному и

массовому типам производства. При данной форме ремонтного обслуживания все плановые ремонты, осмотры и восстановление изношенных деталей осуществляются непосредственно в основных цехах силами внутрицеховых ремонтных служб. В РМЦ при этом осуществляются только операции по изготовлению сложных запасных частей и узлов, а также операции по восстановлению таких изношенных деталей, для которых требуется уникальное оборудование и технологическая оснастка.

Смешанная форма ремонтного обслуживания представляет собой комбинацию двух предыдущих форм и используется на большинстве предприятий с серийным типом производства. При данной форме текущее техническое обслуживание оборудования, его осмотры, малые ремонты и восстановление изношенных деталей осуществляются силами цеховых ремонтных служб, а средние, капитальные ремонты, модернизация оборудования и изготовление сложных запасных частей и узлов выполняется в РМЦ.

В современной промышленности одной из тенденций развития ремонтного обслуживания является аутсорсинг сложных видов ремонта и работ по изготовлению сложных и уникальных запчастей.

9.4. Техничко-экономические показатели и направления совершенствования работы ремонтных служб

Для оценки эффективности работы ремонтных служб предприятия принято использовать следующие основные показатели:

1. Показатели отдачи основных ресурсов, используемых в работе ремонтных служб (производительность труда ремонтных рабочих, фондоотдача оборудования РМЦ и т. п.).

2. Доля затрат, связанных с работой ремонтных служб, в общем объеме производственных расходов.

3. Средняя величина простоя оборудования в ремонте, приходящегося на одну физическую единицу отремонтированного оборудования и на одну ремонтную единицу:

$$\Pi_{\text{ф.е}}^{\text{ср}} = \frac{\Pi^{\text{сум}}}{N}; \quad (9.9)$$

$$\Pi_{\text{р.е}}^{\text{ср}} = \frac{\Pi^{\text{сум}}}{\sum_{i=1}^N K_{\text{р.е}i}}, \quad (9.10)$$

где $\Pi_{\text{ф.е}}^{\text{ср}}$ – средняя величина простоя оборудования в ремонте, приходящегося на одну физическую единицу отремонтированного оборудования; $\Pi_{\text{р.е}}^{\text{ср}}$ – средняя величина простоя оборудования в ремонте, приходящегося на одну ремонтную единицу; $\Pi^{\text{сум}}$ – суммарное время простоя оборудования в ремонте за анализируемый период; N – количество отремонтированных за период единиц оборудования; $K_{\text{р.с.}i}$ – категория ремонтной сложности i -той единицы оборудования, отремонтированной за период.

4. Средняя себестоимость ремонта одной физической единицы оборудования и одной ремонтной единицы:

$$Z_{\text{ф.е}}^{\text{ср}} = \frac{Z_{\text{р}}^{\text{сум}}}{N}; \quad (9.11)$$

$$Z_{\text{р.е}}^{\text{ср}} = \frac{Z_{\text{р}}^{\text{сум}}}{\sum_{i=1}^N K_{\text{р.с.}i}}, \quad (9.12)$$

где $Z_{\text{ф.е}}^{\text{ср}}$ – средняя себестоимость ремонта одной физической единицы оборудования; $Z_{\text{р.е}}^{\text{ср}}$ – средняя себестоимость ремонта одной ремонтной единицы оборудования; $Z_{\text{р}}^{\text{сум}}$ – общая сумма фактически осуществленных затрат на ремонт оборудования за период.

5. Количество физических единиц отремонтированного оборудования и количество ремонтных единиц, приходящихся на одного ремонтного рабочего:

$$P_{\text{ф.е}} = \frac{N}{\text{Ч}_{\text{р.р}}}; \quad (9.13)$$

$$P_{\text{р.е}} = \frac{\sum_{i=1}^N K_{\text{р.с.}i}}{\text{Ч}_{\text{р.р}}}, \quad (9.14)$$

где $P_{\text{ф.е}}$ – количество физических единиц отремонтированного оборудования, приходящихся на одного ремонтного рабочего; $P_{\text{р.е}}$ – количество ремонтных единиц отремонтированного оборудования, приходящихся на одного ремонтного рабочего.

дящихся на одного ремонтного рабочего; $Ч_{р.р}$ – численность ремонтных рабочих.

6. Показатели величины внеплановых ремонтных работ:

- общее количество внеплановых ремонтных работ за период;
- доля внеплановых работ в общем объеме ремонтов по трудоемкости и себестоимости.

7. Оборачиваемость складских запасов запчастей и узлов для ремонта:

$$\text{Об}_{з.ч} = \frac{P_{з.ч}^{\Phi}}{O_{з.ч}^{\text{ср}}}, \quad (9.15)$$

где $\text{Об}_{з.ч}$ – оборачиваемость складских запасов запчастей; $P_{з.ч}^{\Phi}$ – фактический объем использованных за период запасных частей; $O_{з.ч}^{\text{ср}}$ – средний остаток складского запаса запчастей на складе за период.

Основными направлениями совершенствования работы ремонтных служб являются:

1. Внедрение прогрессивных методов выполнения ремонтных операций, в частности, узлового и последовательно-узлового методов ремонта. *Узловой метод* ремонта основан на ускорении ремонтных операций за счет замены не отдельных изношенных деталей, предполагающей существенную разборку оборудования, а за счет замены целых узлов оборудования аналогичными, заранее подготовленными узлами. *Последовательно-узловой метод* ремонта аналогичен узловому, однако отличается тем, что узлы оборудования заменяются последовательно по заранее составленному графику во внерабочее время.

2. Снижение уровня ремонтной сложности оборудования за счет его модернизации.

3. Повышение отдачи ресурсов ремонтных служб за счет комплексной механизации ремонтных операций.

4. Специализация рабочих мест ремонтного персонала и работников ремонтно-механических цехов.

5. Расширение использования сквозных ремонтных бригад и увеличение сменности их работы.

6. Организация выполнения ремонтных работ во внерабочее время (ночные смены и выходные дни).

ТЕМА 10. ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ ПРЕДПРИЯТИЯ

- Значение, задачи и структура инструментального хозяйства.
 - Классификация и индексация средств технологического оснащения.
 - Методы планирования потребности в инструменте.
 - Организация работы центрального инструментального склада и инструментально-раздаточных кладовых.
 - Организация работ по ремонту и восстановлению инструмента.
-

10.1. Значение, задачи и структура инструментального хозяйства

Помимо технологического оборудования в процессе изготовления продукции большую роль также играет использование разнообразных средств технологического оснащения, включающего в себя инструменты разных типов и технологическую оснастку (вспомогательные приспособления). По статистическим данным, затраты на инструмент и оснастку могут достигать до 15 % себестоимости конечной продукции, стоимость самого технологического оснащения – до 40 % от стоимости оборудования, а величина оборотных средств, связанных в запасах технологического оснащения, – до 30 % от общего объема оборотных средств предприятия.

Для оптимизации управления процессами инструментального обеспечения производства на промышленных предприятиях создаются специализированные службы, совместно формирующие инструментальное хозяйство предприятия. *Основными задачами* таких служб являются:

- своевременное и бесперебойное обеспечение предприятия и его подразделений качественными средствами технологического оснащения;
- оптимизация процессов получения, хранения, использования и ремонта инструмента и оснастки;
- разработка и реализация мероприятий, направленных на минимизацию издержек, связанных с инструментальным обеспечением производства.

Структура инструментального хозяйства определяется масштабами предприятия, его отраслевой принадлежностью и типом основного производства. В общем случае в структуру инструментального хозяйства могут входить следующие основные подразделения:

- 1) инструментальный отдел;
- 2) инструментальные цеха;
- 3) центральный инструментальный склад (ЦИС);
- 4) инструментально-раздаточные кладовые (ИРК) основных цехов;
- 5) участки централизованной заточки инструмента;
- 6) участки ремонта и восстановления инструмента и оснастки;
- 7) участки сборки приспособлений.

Инструментальный отдел является административно-управленческим подразделением, координирующим работу всех остальных инструментальных цехов. Начальник инструментального отдела на большинстве предприятий напрямую подчиняется главному инженеру. На мелких предприятиях вместо инструментального отдела может создаваться общезаводское бюро инструментального хозяйства (БИХ), непосредственно управляемое главным инженером или главным технологом предприятия.

Структура инструментального отдела обычно состоит из нескольких функциональных бюро, наиболее распространенными из которых являются планово-диспетчерское, конструкторско-технологическое, бюро технического надзора, бюро нормативов и бюро покупного инструмента.

Планово-диспетчерское бюро осуществляет планирование потребности предприятия в инструментах, технологической оснастке, устанавливает лимиты отпуска инструмента цехам и контролирует их соблюдение, а также разрабатывает планы закупки инструмента и его самостоятельного изготовления.

Конструкторско-технологическое бюро осуществляет всю техническую подготовку работ по изготовлению инструмента собственными силами предприятия.

Бюро технического надзора контролирует процесс использования инструмента в цехах, проверяет правильность условий хранения и выдачи инструмента, проводит проверку изношенных инструментов перед их списанием, участвует в проверке инструмента, закупаемого со стороны.

Бюро нормативов планирует величину цехового и общезаводского оборотного фонда инструментов, контролирует выполнение та-

ких нормативов, а также разрабатывает инструкции и правила пользования на сложный и специализированный инструмент.

Бюро покупного инструмента выполняет снабженческие функции, связанные с закупкой инструмента у сторонних поставщиков по графику, разработанному в планово-диспетчерском бюро.

Инструментальный цех является основной материальной базой инструментального хозяйства и осуществляет самостоятельное изготовление необходимого инструмента (как правило, специализированного и уникального) и оснастки.

Центральный инструментальный склад является общезаводским хранилищем всей номенклатуры инструмента и оснастки, применяемой в цехах предприятия. Основными функциями ЦИС являются:

- приемка партий инструментов от сторонних поставщиков и собственных инструментальных цехов;
- хранение инструмента;
- организация выдачи инструмента в основные цеха;
- приемка изношенного инструмента из основных цехов;
- управленческие функции, связанные с запасом инструмента (учет, контроль и т. д.).

Инструментально-раздаточные кладовые создаются в основных цехах предприятия для непосредственного обеспечения рабочих мест необходимыми инструментами и оснасткой. Поставки инструмента в такие кладовые осуществляются из ЦИС в рамках установленных лимитных норм с заранее установленной периодичностью. Основными функциями ИРК являются:

- хранение необходимого цеху технологического оснащения;
- комплектование инструмента перед его подачей на рабочие места;
- передача инструмента и оснастки основным производственным рабочим;
- передача изношенного инструмента на участки ремонта, восстановления и заточки;
- управленческие функции (учет и контроль запасов инструмента).

10.2. Классификация и индексация средств технологического оснащения

К числу основных предпосылок рациональной организации инструментального хозяйства относятся классификация и индексация инструмента и технологической оснастки, которые позволяют все

многообразии оснащения свести к единой системе группировки по одному главному или нескольким основным признакам. Благодаря этому преодолеваются многие трудности, связанные с организацией учета, хранения и выдачи оснащения, а также с организацией производства и приобретения его в нужных количествах.

Под *классификацией* понимается распределение всего многообразия оснащения, применяемого на предприятии, на определенные группы по наиболее характерным признакам.

В настоящее время наиболее распространенной является классификация оснащения по следующим трем признакам:

- 1) по характеру использования;
- 2) месту применения в производственном процессе;
- 3) назначению.

По *характеру использования* принято различать:

– оснащение общего пользования, параметры которого определены ГОСТом – стандартный инструмент и оснастка; оснащение, применяемое для выполнения определенных групп операций на ряде предприятий определенной отрасли или подотрасли – стандартизированный инструмент и оснастка;

– оснащение, используемое для выполнения определенной операции при обработке определенной детали, – специальный инструмент и спецоснастка.

По *месту применения* в производственном процессе различают:

– инструмент первого порядка, используемый для изготовления основной продукции предприятия (в основном производстве);

– инструмент второго порядка, используемый для изготовления инструмента первого порядка.

По *назначению* все оснащение на предприятии обычно подразделяется на следующие классы:

- режущий инструмент;
- абразивный инструмент;
- измерительный инструмент;
- слесарно-монтажный инструмент;
- кузнечный инструмент;
- вспомогательный инструмент;
- штампы;
- приспособления;
- модели, кокили, пресс-формы;

– прочий инструмент (десятичная система классификации, имеющая от пяти до семи ступеней).

Каждый класс инструментов включает несколько подклассов, образованных по признаку основных разновидностей оснащения внутри класса, например, режущий инструмент объединяет резцы, сверла, фрезы и т. д.

Подклассы делятся на группы, определяющие характер оснащения и его использование (например, фрезы цилиндрические, торцовые, дисковые, фасонные, модельные, резьбовые и др.).

Каждая группа содержит подгруппы, характеризующие непосредственное технологическое назначение инструмента (например, группа токарных резцов подразделяется: на обдирочные, чистовые, подрезные, отрезные, фасонные, резьбовые и др.).

Подгруппы разделяются на секции по конструкции оснащения (например, резцы токарные чистовые: прямые, отогнутые, изогнутые, дисковые, чашечные и др.).

Секции подразделяются на подсекции, а подсекции – на виды, и каждому из них присваивается собственный *индекс*.

При десятичной системе индексации индекс представляет собой ряд цифр, расположенных в порядке классификационных признаков: первая цифра в индексе обозначает класс, вторая – подкласс и т. д. (табл. 10.1).

Таблица 10.1

Пример индексации резцов по десятичной системе

Класс		Подкласс		Группа		Подгруппа		Вид (секция)	
Номер п/п	Наименование	Номер п/п	Наименование	Номер п/п	Наименование	Номер п/п	Наименование	Номер п/п	Наименование
1	Режущий инструмент	1	Резцы	1	Токарные	1	Обдирочные	1	Прямые правые
		2	Сверла	2	Строгальные	2	Чистовые	2	Прямые левые
		3	Фрезы	3	Долбежные	3	Отрезные	3	Отогнутые правые
2	Абразивный инструмент	5	...	4	Автоматные	4	Подрезные	4	Отогнутые левые
				5	Зуборезные	5	Фасонные	5	Лопаточные

Класс		Подкласс		Группа		Подгруппа		Вид (секция)	
Номер п/п	Наименование	Номер п/п	Наименование	Номер п/п	Наименование	Номер п/п	Наименование	Номер п/п	Наименование
				6	Расточные	6	Галтельные	6	Изогнутые
				7	Револьверные	7	Прорезные	7	Тангенциальные
				8	...	8	Фасочные	8	Дисковые
				9	...	9	Резьбовые	9	Чашечные
				10	Прочие	10	Прочие	10	Прочие

Из табл. 10.1 видно, что, например, индекс автоматного фасонного дискового резца из быстрорежущей стали диаметром 40 мм имеет вид:

$$\frac{115458}{1 - \text{ø}40}$$

Индексация по этой системе обеспечивает полную характеристику классифицируемого инструмента. Помимо этого подобная система индексирования позволяет применять автоматизированный учет движения инструмента.

10.3. Методы планирования потребности в инструменте

Для определения потребности предприятия в технологическом оснащении на какой-либо период времени необходимо установить:

- номенклатуру потребляемого технологического оснащения;
- расход оснащения по каждому наименованию (типоразмеру);
- оборотный фонд (запасы) оснащения в целом по предприятию и по цехам.

Номенклатура универсального инструмента (оснастки) в серийном и массовом производстве устанавливается по *картам применяемости* (операционно-технологическим картам), а в единичном и мелкосерийном производстве – по *картам типового оснащения рабочих мест инструментом* (на основе опытно-статических данных). Но-

менклатура специального инструмента (оснастки) определяется по *картам технологических процессов*.

Потребность в инструменте (оснастке) на плановый период времени складывается из расхода инструмента за этот период и разницы между необходимым оборотным фондом инструмента и фактической его величиной на начало планового периода:

$$K_{\text{ин}} = K_{\text{р.ин}} + K_{\text{о}} - K_{\text{о.ф}}, \quad (10.1)$$

где $K_{\text{р.ин}}$ – расход инструмента за период; $K_{\text{о}}$ – необходимый оборотный фонд инструмента; $K_{\text{о.ф}}$ – фактический оборотный фонд на начало периода.

Для определения потребности в оснащении применяют три метода расчета: статистический, по нормам оснастки и по нормам расхода (расчетный).

Статистический метод расчета. При использовании данного метода вначале по отчетным данным за прошлый период (год) определяется фактический расход инструмента, приходящегося на определенный объем валовой продукции завода, или на 1000 ч работы оборудования той же группы, на которой использовался соответствующий инструмент. При умножении полученного удельного расхода на объем валовой продукции в плановом периоде получается ожидаемый расход инструмента на этот период.

При использовании статистического метода определения потребности в инструменте на плановый период допускаются существенные погрешности, поэтому он применяется лишь в единичном и мелкосерийном производстве и лишь для того инструмента, по которому трудно установить срок службы (слесарно-сборочный, отдельные виды мерительного и т. п.).

Метод расчета по нормам оснастки. Под *нормой оснастки* понимается число инструментов, которые одновременно должны находиться на соответствующем рабочем месте в течение всего планового периода. При этом методе расход инструмента определяется по формуле

$$K_{\text{р}} = \frac{F_{\text{эф}}}{T_{\text{изн}}} \sum_{i=1}^c n_{\text{н}i}, \quad (10.2)$$

где $F_{\text{эф}}$ – эффективный фонд времени работы оборудования в плановом периоде, ст.-ч; $T_{\text{изн}}$ – машинное время работы инструмента дан-

ного вида до его полного износа, ч; c – общее число рабочих мест, одновременно использующих данного вида; n_{Hi} – число инструментов, одновременно находящихся на i -м рабочем месте.

Данным методом обычно рассчитывается расход инструмента долговременного пользования (универсальный режущий, мерительный, кузнечный, литейный и др.), который выдается рабочему по инструментальной книжке и находится у него до полного износа, а также расход инструмента, который применяется во вспомогательном производстве (РМЦ).

Метод расчета по нормам расхода. *Норма расхода* – это число инструментов определенного типоразмера, расходуемых при обработке определенной части производственной программы. Применение данного метода, т. е. установление норм расходования инструмента различается как в зависимости от вида инструмента, так и в зависимости от типа того производства, в котором данный инструмент применяется.

В массовом и серийном производстве расход режущего и абразивного инструмента на выполнение производственной программы рассчитывается по формуле

$$K_p^{\text{мас}} = \frac{\sum_{j=1}^n N_j \cdot t_{Mj}}{60 \cdot T_{\text{изн}}}, \quad (10.3)$$

где n – общее число видов продукции, подлежащих выпуску за период; N_j – объем выпуска продукции j -го вида за период.

Машинное время работы единицы инструмента до его полного износа определяется на основании следующей зависимости:

$$T_{\text{изн}} = \left(\frac{L_{\text{ст}}}{l_{\text{п}}} + 1 \right) t_{\text{ст}} (1 - K_{\text{с.у}}), \quad (10.4)$$

где $L_{\text{ст}}$ – величина допустимого стачивания рабочей части инструмента, мм, мкм; $l_{\text{п}}$ – средняя величина слоя, снимаемого с рабочей части инструмента при каждой его переточке, мм, мкм; $t_{\text{ст}}$ – период стойкости инструмента (машинное время работы между двумя последовательными переточками), ч; $K_{\text{с.у}}$ – коэффициент, учитывающий случайную преждевременную убыль инструмента (в обычных условиях равен 0,05).

В единичном и мелкосерийном производстве расход инструмента определяется по укрупненной методике на основе следующей зависимости:

$$K_p^{\text{ед}} = \frac{\sum_{k=1}^m F_{\text{маш}_k} \cdot K_{\text{прим}_k}}{60 \cdot T_{\text{изн}}}, \quad (10.5)$$

где m – общее число групп оборудования, в работе которого используется инструмент данного вида; $F_{\text{маш}_k}$ – машинный фонд времени работы оборудования k -й группы в анализируемом периоде, ст.-ч; $K_{\text{прим}_k}$ – коэффициент применяемости (участия) инструмента данного вида в работе оборудования k -й группы.

$$F_{\text{маш}_k} = F_{\text{эф}_k} \cdot K_{\text{м.в}}, \quad (10.6)$$

где $F_{\text{эф}_k}$ – эффективный фонд рабочего времени оборудования k -й группы в анализируемом периоде, ст.-ч; $K_{\text{м.в}}$ – коэффициент машинного времени в эффективном фонде.

Потребность предприятия в мерительном инструменте определенного вида (типоразмера) определяется по формуле

$$K_{\text{р.мер}} = \frac{\sum_{i=1}^f N_i \cdot n_{\text{к}_i} \cdot B_{\text{к}_i}}{m_{\text{изн}}}, \quad (10.7)$$

где f – общее число видов продукции, подлежащих выпуску за период, для которых предусмотрено выполнение контрольных операций с использованием инструмента данного вида; N_i – объем выпуска продукции i -го вида за период; $n_{\text{к}_i}$ – число необходимых контрольных измерений на одно изделие i -го вида; $B_{\text{к}_i}$ – коэффициент выборочности контроля продукции i -го вида; $m_{\text{изн}}$ – норма износа (допустимое число измерений до полного износа мерителя):

$$m_{\text{изн}} = I_{\text{доп}} \cdot H_{\text{ст}} \cdot P(1 - K_{\text{с.у}}), \quad (10.8)$$

где $I_{\text{доп}}$ – величина допустимого износа мерителя по ГОСТу, мкм; $H_{\text{ст}}$ – норма стойкости мерителя (возможное число измерений на 1 мкм износа); P – допустимое число ремонтов мерителя (как правило, 2).

Расход матриц штампа определяется по формуле

$$K_{\text{р.шт}} = \frac{\sum_{i=1}^m N_i}{n_{\text{и.шт}}}, \quad (10.9)$$

где m – общая номенклатура штампованных деталей; N_i – объем выпуска деталей i -го вида за период; $n_{\text{и.шт}}$ – норма износа матрицы штампа:

$$n_{\text{и.шт}} = \left(\frac{L_{\text{ст}}}{l_{\text{п}}} + 1 \right) u \cdot K_{\text{шт}}, \quad (10.10)$$

где u – стойкость штампа (число ударов между двумя переточками); $K_{\text{шт}}$ – коэффициент, учитывающий снижение стойкости штампа после переточки.

Ключевым параметром, используемым в нормировании инструментального обеспечения производства, является оборотный фонд инструмента, который характеризует общее количество инструмента конкретного типоразмера, находящееся в том или ином подразделении предприятия. Такой оборотный фонд устанавливается как для каждого отдельного цеха, так и для всего предприятия в целом.

Размер цехового оборотного фонда инструмента определяется по формуле

$$Z_{\text{ц}} = Z_{\text{р.м}} + Z_{\text{з}} + Z_{\text{к}}, \quad (10.11)$$

где $Z_{\text{р.м}}$ – число единиц инструмента, находящегося на рабочих местах, ед.; $Z_{\text{з}}$ – число единиц инструмента, находящегося в заточке и восстановлении, ед.; $Z_{\text{к}}$ – число единиц инструмента, находящегося в инструментально-раздаточных кладовых (ИРК) цеха, ед.

Количество инструментов на рабочих местах при его периодической подаче рассчитывается по формуле

$$Z_{\text{р.м}} = \sum_{i=1}^m \left(\frac{T_{\text{п}_i}}{T_{\text{с}_i}} C_{\text{р.м}_i} \cdot n_{\text{и}_i} + C_{\text{р.м}_i} \cdot K_{\text{з.р.м}_i} \right), \quad (10.12)$$

где m – общее число групп рабочих мест, использующих инструмент в одинаковом режиме; $T_{\text{п}_i}$ – периодичность подачи инструмента к рабочим местам i -й группы, ч; $T_{\text{с}_i}$ – периодичность смены инструмента

на рабочем месте i -й группы, ч; $C_{р.м_i}$ – количество рабочих мест i -й группы, на которых используется инструмент рассматриваемого вида; $n_{н_i}$ – количество инструментов, одновременно применяемых на одном рабочем месте i -й группы, ед.; $K_{з.р.м_i}$ – коэффициент резервного запаса на каждом рабочем месте i -й группы (для обычного оборудования принимается равным 1, для многолезцовых станков – 2–4).

$$T_c = t_{ст} \frac{t_{шт}}{t_m}, \quad (10.13)$$

где $t_{шт}$ – штучное время на операцию, мин; t_m – машинное время на деталиеоперацию, мин.

Количество инструментов, находящихся в заточке, рассчитывается по формуле

$$Z_з = \sum_{i=1}^m \left(\frac{T_з}{T_{п_i}} C_{р.м_i} \cdot n_{н_i} \right), \quad (10.14)$$

где $T_з$ – длительность цикла заточки – время от поступления инструмента с рабочего места в ИРК цеха и до возвращения его из заточки (для простого инструмента – 8 ч, для сложного – 16 ч).

Количество инструментов, находящихся в запасе в ИРК цеха, определяется по формуле

$$Z_k = Q_{с.р} \cdot t_{п.п} (1 + K_{з.ирк}), \quad (10.15)$$

где $Q_{с.р}$ – среднесуточный расход инструмента по цеху, ед.; $t_{п.п}$ – периодичность поставки инструмента из центрального инструментального склада (ЦИС) в ИРК цеха, дней; $K_{з.ирк}$ – коэффициент резервного запаса инструмента в ИРК (обычно принимается равным 0,1).

После определения оборотных фондов инструмента в основных и вспомогательных цехах предприятия осуществляется расчет оборотного фонда инструмента по заводу в целом:

$$Z_{об.з} = \sum_{i=1}^k Z_{ц_i} + Z_{ЦИС}^{ср}, \quad (10.16)$$

где k – число цехов предприятия; $Z_{ц_i}$ – оборотный фонд инструмента i -го цеха, ед.; $Z_{ЦИС}^{ср}$ – средний запас инструмента в ЦИС предприятия, ед.

$$Z_{\text{ЦИС}}^{\text{ср}} = \frac{Z_{\text{min}} + Z_{\text{max}}}{2}, \quad (10.17)$$

где Z_{min} – минимальный (страховой) запас инструмента данного типоразмера в ЦИС, ед.; Z_{max} – максимальный запас инструмента данного типоразмера в ЦИС, ед.

10.4. Организация работы центрального инструментального склада и инструментально-раздаточных кладовых

Основными функциями ЦИС являются приемка, хранение, учет, выдача инструмента и приспособлений цехам, а также планирование и регулирование запаса инструмента в ЦИС.

Приемка инструмента. В ЦИС поступает весь инструмент, изготовленный в инструментальном цехе предприятия, закупленный на стороне, а также восстановленный в мастерских по восстановлению и отремонтированный в мастерских по ремонту инструмента и оснастки.

Инструмент, поступающий со стороны, принимается по сопроводительным документам (счетам-фактурам, накладным). При приемке его количество проверяется работниками ЦИС, а качество – контрольным пунктом в ЦИС.

Инструмент, поступающий в ЦИС из инструментального цеха и мастерских по ремонту и восстановлению, принимается по накладным без контроля качества.

Центральный инструментальный склад также осуществляет приемку поломанного и изношенного инструмента из цехов. После соответствующей проверки часть такого инструмента направляется в мастерские по ремонту и восстановлению, а часть – на склад вторичных материалов (неликвиды).

Хранение инструмента. В каждом отделении ЦИС оснащение определенного класса (режущий, абразивный, измерительный инструмент и т. д.) хранится на стеллажах и в шкафах соответствующей конструкции. Инструмент раскладывается по стеллажам в следующем порядке:

- стандартизованный инструмент – по индексам в порядке возрастания;
- специальный – по номерам изделий, деталей и операций, для которых он предназначен;
- мерительный инструмент – по классам точности и посадкам.

В каждой ячейке стеллажа хранится инструмент только одного типоразмера. Места хранения инструмента нумеруются.

Учет инструмента. На каждый типоразмер инструмента, хранимый в ЦИС, заводится учетная карточка, в которой указываются наименование, размер или профиль, индекс, установленная норма запаса по системе «максимум–минимум» и фиксируется движение инструмента (приход, расход, остаток), а также стеллаж, полка, ячейка, где располагается инструмент данного типоразмера.

Учет прихода ведется на основании документов, поступающих вместе с партией инструмента, а учет расхода – по документам выдачи инструмента в цеховые ИРК. Выдача инструмента цехам производится в пределах установленного для каждого цеха лимита. Новый (восстановленный или отремонтированный) инструмент выдается цехам в обмен на отработанный (изношенный или поломанный) только через цеховые ИРК по их требованиям.

Планирование и регулирование запаса инструмента в ЦИС. Для поддержания запаса инструмента в ЦИС не ниже минимально допустимого применяются две системы планирования пополнения запасов: «на заказ» и «на склад».

Система «на заказ» состоит в том, что в соответствии с выявленной потребностью в данном инструменте заранее дается заказ на его изготовление или приобретение. Так, если по плану предусмотрен выпуск продукции во втором квартале, то необходимое оснащение необходимо заказать в первом квартале с необходимым опережением и в нужном количестве. Однако, как показывает практика, расчет потребности в инструменте, сделанный по системе «на заказ», не всегда соответствует действительной потребности, и, как правило, по одним типоразмерам образуется дефицит, а по другим ЦИС затоваривается. Такая система планирования, как правило, применяется для инструмента, который требуется в небольших количествах и используется однократно.

Система «на склад» предусматривает установление максимальной и минимальной величины запаса инструмента на центральном инструментальном складе и расчет нормы запаса, соответствующей точке заказа. Данная система планирования запаса на складе получила название системы «максимум–минимум» (рис. 10.1).

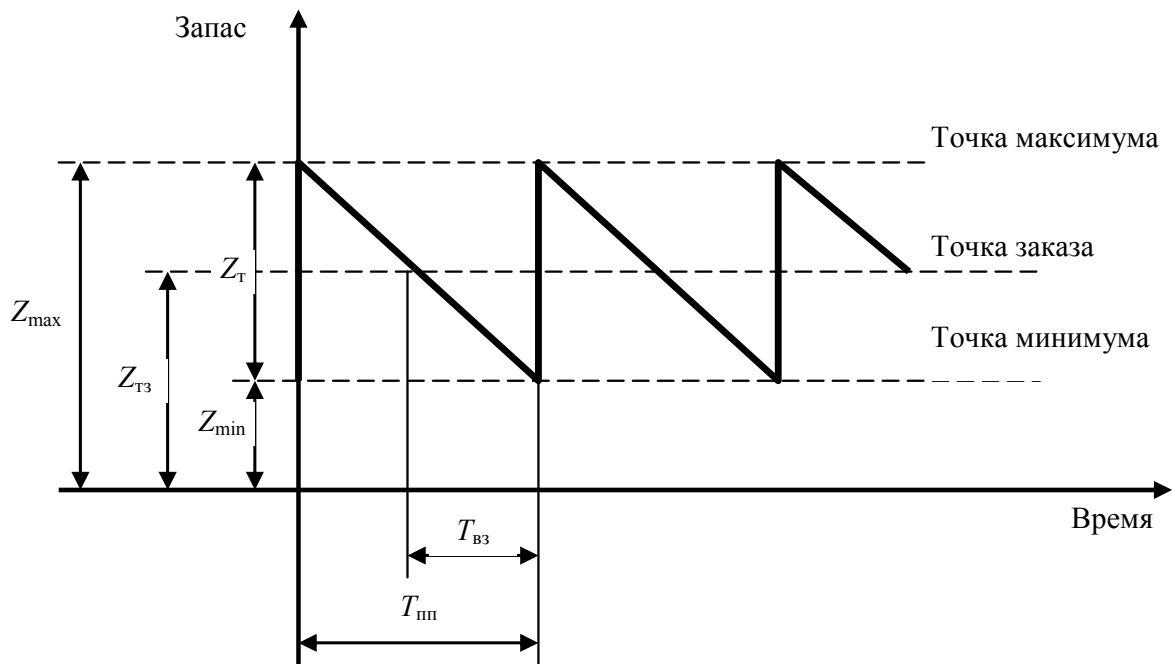


Рис. 10.1. График динамики запасов инструмента по системе «максимум–минимум»

Минимальная норма запаса Z_{\min} – это страховой запас инструмента, который создается исходя из практических данных в зависимости от среднесуточного расхода инструмента на случай задержки исполнения заказа на изготовление или покупку инструмента или перерасхода его цехами. Минимальная норма запаса определяется по формуле

$$Z_{\min} = Q_{\text{др}} \cdot T_{\text{стр}}, \quad (10.18)$$

где $Q_{\text{др}}$ – среднесуточный расход инструмента по предприятию, шт.; $T_{\text{стр}}$ – длительность периода бесперебойной работы предприятия, на обеспечение которой рассчитан страховой запас инструмента в ЦИС, дней.

Максимальная норма запаса Z_{\max} служит для предупреждения создания излишне больших запасов инструмента на складе и достигается в момент поступления в ЦИС очередного заказа. Максимальная норма запаса рассчитывается по формуле

$$Z_{\max} = Z_{\min} + Q_{\text{др}} \cdot T_{\text{п.п}}, \quad (10.19)$$

где $T_{\text{п.п}}$ – периодичность поступления партий инструмента в ЦИС, дней.

Величина текущего запаса инструмента в ЦИС изменяется от максимального значения в начале периода между поставками до нуля в конце этого периода. Максимальный текущий запас равен размеру поставляемой партии инструментов и рассчитывается по формуле

$$Z_T = Z_{\max} - Z_{\min} = Q_{\text{д.п}} \cdot T_{\text{п.п}}. \quad (10.20)$$

Норма запаса, соответствующая точке заказа $Z_{\text{т.з}}$, при которой выдается заказ на изготовление или приобретение очередной партии инструмента, определяется по формуле

$$Z_{\text{т.з}} = Z_{\min} + Q_{\text{д.п}} \cdot T_{\text{в.з}}, \quad (10.21)$$

где $T_{\text{в.з}}$ – длительность периода выполнения заказа (периода между моментом выдачи заказа поставщикам и моментом оприходования партии инструмента в ЦИС), дней.

При снижении текущего запаса инструментов на складе до точки заказа подается заявка в инструментальный отдел для оформления заказа на изготовление или приобретение очередной партии инструмента.

Основными функциями *цеховых* ИРК являются:

- получение инструмента из ЦИС, его хранение и учет;
- выдача инструмента на рабочие места и приемка с рабочих мест;
- отправка инструмента в мастерскую централизованной заточки и в ЦИС для ремонта и восстановления;
- списание изношенного инструмента для его отправки в утиль;
- планирование и регулирование запаса технологического оснащения в ИРК.

Получение инструмента из ЦИС производится в соответствии с установленным для цеха лимитом. Хранение инструмента в ИРК организовано аналогично его хранению в ЦИС. Инструмент, для которого требуется заточка, ремонт или проверка, хранится в ИРК отдельно от годного к употреблению (в специальном отделении). Учет инструмента в ИРК ведется так же, как в ЦИС, по картам учета. Инструмент оприходуется на основании требований, накладных или лимитных карт. В расход он списывается на основании актов убыли (износа, поломки, утери) инструмента, в которых указываются причины и виновники выхода инструмента из строя. По этим актам инструмент передается в ЦИС.

Выдача инструмента на рабочие места может производиться по различным системам. Инструмент долговременного пользования и дорогостоящий инструмент выдается рабочим по разрешению мастера участка и записывается в инструментальную книжку, которую рабочий получает при поступлении в цех (второй экземпляр книжки хранится в ИРК). Выдача инструмента кратковременного пользования производится по одно- и двухмарочной системам, а также по системе письменных требований.

При одномарочной системе рабочему выдается несколько (как правило, пять) марок с его табельным номером и производится соответствующая запись в инструментальной книжке. При получении инструмента рабочий сдает марку в ИРК, а взамен получает инструмент. Его марку кладут в ту ячейку, из которой был взят инструмент, или вешают на доску с табельными номерами рабочих.

По двухмарочной системе вводятся инструментальные марки с индексом инструмента, которые хранятся вместе с инструментом. После выдачи последнего марку рабочего кладут в ячейку, из которой берут инструмент, а марку с индексом инструмента вывешивают на контрольной доске с табельным номером рабочего, получающего инструмент. Двухмарочная система позволяет в любой момент установить, какой инструмент числится за тем или иным рабочим цеха.

Система письменных требований заключается в том, что у рабочего имеется книжка с отрывными бланками-требованиями. В них он записывает нужный ему инструмент и передает в ИРК. После выдачи инструмента требование кладут в картотеку с табельными номерами рабочих. После того как рабочий возвращает инструмент, он получает требование обратно.

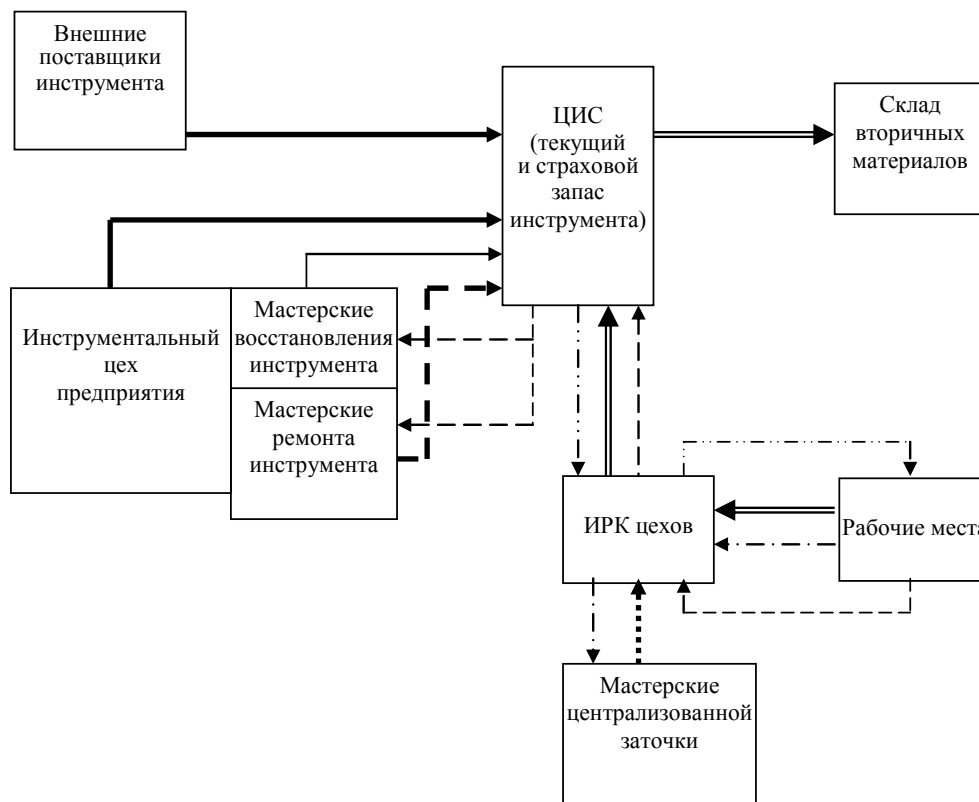


Рис. 10.2. Схема оборота инструмента на предприятии:

- > новый инструмент; ———> восстановленный инструмент;
- > изношенный инструмент; -·-·-·> затупленный инструмент;
- - -> отремонтированный инструмент; ······> заточенный инструмент;
- > новый, восстановленный или отремонтированный инструмент;
- ====> инструментальный лом

Система обеспечения рабочих мест инструментом может быть активной и пассивной. При активной системе инструмент подается и возвращается в ИРК вспомогательными рабочими, а при пассивной — основные производственные рабочие сами получают и сдают инструмент в ИРК. Общая схема оборота инструмента на предприятии представлена на рис. 10.2.

10.5. Организация работ по ремонту и восстановлению инструмента

Ремонтные работы, выполняемые для инструмента и технологической оснастки, имеют несколько разновидностей, основными из которых являются: заточка (для режущего инструмента), собственно ремонты и операции восстановления.

Организация заточки инструмента. Заточка режущего инструмента может производиться либо непосредственно основными ра-

бочими, либо рабочими-заточниками в централизованном порядке. При централизованной заточке инструмента сокращаются время и затраты на заточку и повышается ее качество за счет лучшей специализации рабочих мест на заточном участке, приобретения специфических навыков рабочими-заточниками, применения специального оборудования, технологии и правил заточки. Наряду с этим повышается производительность труда основных производственных рабочих за счет ликвидации потерь времени на переточку инструментов и применения высококачественного заточенного инструмента.

Вместе с тем при введении централизованной заточки возникают дополнительные расходы на заработную плату рабочих-заточников, на содержание, ремонт и амортизацию оборудования и помещений для централизованной заточки, а также значительно увеличивается число инструментов, находящихся в обороте (на рабочих местах, в ИРК и в заточке), и расходы на его содержание и хранение. В связи с этим степень централизации заточки инструментов должна быть экономически обоснована, т. е. должна опираться на расчет приведенных затрат по альтернативным вариантам.

Приведенные затраты определяются по следующим формулам:

– при заточке самими производственными рабочими:

$$Z_1 = \sum_{i=1}^n K_{pi} \cdot N_{zi} (C_{Ti} + S_{прi}) t_{zi} + P_{с.э.о} + E_n \cdot K_1; \quad (10.22)$$

– при централизованной заточке:

$$Z_2 = \sum_{i=1}^n K_{pi} \cdot N_{zi} \cdot C'_{Ti} \cdot t'_{zi} + P_{с.э.о.пл} + E_n \cdot K_2, \quad (10.23)$$

где n – число наименований перетачиваемых инструментов; K_{pi} – годовой расход i -го инструмента; N_{zi} – количество заточек i -го инструмента до его полного износа; C_{Ti} и C'_{Ti} – часовая заработная плата основного производственного рабочего и рабочего-заточника соответственно; $S_{прi}$ – стоимость 1 часа простоя рабочего места (станка) основного рабочего во время переточки i -го вида инструмента; t_{zi} и t'_{zi} – время одной заточки i -го вида инструмента соответственно основным производственным рабочим и рабочим-заточником; $P_{с.э.о}$ и $P_{с.э.о.пл}$ – расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и площадей по первому и второму вариантам; E_n – коэффициент приведения затрат;

K_1 и K_2 – стоимость основных средств по первому и второму вариантам организации заточных операций.

В большинстве случаев централизованная заточка инструмента дает более существенный экономический эффект.

Заточное отделение должно примыкать непосредственно к ИРК цеха, что облегчает и упрощает передачу инструмента из ИРК в переточку и последующую его приемку. Заточное отделение оснащается заточными и доводочными станками, число которых определяется по формуле

$$C_{об} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{pi} \cdot N_{zi} \cdot t'_{zi}}{F_{эф}}. \quad (10.24)$$

Для укрупненных расчетов число заточных станков может быть принято в процентах от числа станков, обслуживаемых заточным отделением. Для небольших цехов это число равно 6 %, для средних – 5 %, для крупных – 4 %.

Организация ремонта и восстановления инструмента. Частично изношенный или сломанный инструмент целесообразно ремонтировать в том случае, если расходы на его ремонт не больше остаточной стоимости, а стойкость и срок службы после ремонта – больше стойкости неотреставрированного инструмента. Ремонт сложного и дорогостоящего инструмента должен иметь планово-предупредительный характер и может проводиться в крупных производственных цехах – на собственных ремонтных базах, а для остальных цехов – в специализированном инструментальном цехе предприятия.

Под *восстановлением* понимается приведение полностью изношенного и списанного с учета инструмента в нормальное эксплуатационное состояние и придание ему первоначального вида. Инструмент может быть восстановлен с первоначальными (наплавка, наварка, гальванопокрытие и др.) либо с иными размерами. Технологические методы восстановления инструмента разнообразны, однако затраты на восстановление почти всегда оказываются меньше цены нового инструмента. При этом восстановление не только снижает расходы на инструмент, но и обеспечивает достижение экономии дефицитных инструментальных сталей, уменьшает загрузку инструментального цеха изготовлением инструмента и упрощает бесперебойность снабжения основных цехов инструментами всех видов.

ТЕМА 11. ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ ПРЕДПРИЯТИЯ

- Значение, задачи и структура транспортного хозяйства.
 - Определение грузооборота предприятия, маршрутов транспортировки и необходимого количества транспортных средств.
 - Оперативное управление работой транспортного хозяйства.
-

11.1. Значение, задачи и структура транспортного хозяйства

Работа любого современного промышленного предприятия связана с перемещением значительного числа разнообразных грузов как внутри этого предприятия, так и за его пределами. В общезаводские или прицеховые склады предприятия доставляются материалы, топливо, комплектующие изделия и другие материальные ценности, а со складов или непосредственно из цехов вывозятся готовая продукция и отходы производства. Внутри завода осуществляется транспортировка материалов, комплектующих и других изделий с общезаводских складов в цехи; заготовок, деталей, сборочных единиц – между цехами; готовой продукции и отходов – из цехов в соответствующие пункты назначения. Внутри цехов заготовки, детали и сборочные единицы в процессе изготовления и сборки перевозятся между кладовыми и участками, с одного участка на другой, а на участках – между рабочими местами.

В соответствии с этим принято различать внешнюю и внутреннюю (внутризаводскую) транспортировку грузов; последняя, в свою очередь, подразделяется на межцеховую и внутрицеховую.

Внутризаводская и частично внешняя транспортировка грузов осуществляется с помощью различных транспортных средств, принадлежащих заводу. Транспортное хозяйство завода включает в себя все принадлежащие ему транспортные средства, осуществляющие внешние и внутренние перевозки, а также все устройства общезаводского назначения (гаражи, ремонтные мастерские и т. д.).

Основными функциями транспортного хозяйства предприятия являются:

- перевозка грузов;
- осуществление погрузочно-разгрузочных работ;
- осуществление экспедиционных операций.

Организация внутризаводского транспорта и его работа оказывают непосредственное влияние и на ход основного производственного процесса, и на себестоимость выпускаемой продукции. От качества работы транспорта зависят ритмичность работы рабочих мест, участков и цехов, а также равномерность выпуска предприятием готовой продукции. Время, затрачиваемое на внутрицеховые и межцеховые перевозки, влияет на продолжительность производственного цикла. Затраты на содержание транспортного хозяйства на некоторых предприятиях составляют 10–15 % суммы всех косвенных расходов в себестоимости продукции.

Основной задачей транспортного хозяйства завода является бесперебойная транспортировка грузов при полном использовании транспортных средств и минимальной себестоимости транспортных операций. Это достигается путем правильной организации транспортного хозяйства и четкого планирования работы транспорта, обоснованного выбора транспортных средств, повышения уровня механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ.

Применяемые на промышленных предприятиях транспортные средства классифицируются следующим образом:

- по способу действия – прерывные и непрерывные;
- по видам – рельсовые, безрельсовые, водные, подъемно-транспортные и специальные;
- по назначению – внешние, межцеховые и внутрицеховые;
- по направлению перемещения грузов – горизонтальные, вертикальные (лифты, подъемники), горизонтально-вертикальные (кранбалки, автопогрузчики); наклонные (монорельсы, конвейеры).

Структура транспортного хозяйства завода зависит от комплекса факторов, включающих:

- характер выпускаемой продукции (габаритные размеры, масса);
- состав цехов предприятия;
- тип и масштаб производства.

На крупных и средних предприятиях для руководства транспортным хозяйством создается специальный *транспортный отдел*, подчиненный непосредственно заместителю директора по общим вопросам или по маркетингу и сбыту (снабжение, сбыт, транспорт).

В состав транспортного отдела входят:

- планово-экономическое бюро;
- диспетчерское бюро;
- техническое бюро;
- группа учета и функциональные подразделения.

Планово-экономическое бюро разрабатывает план производственно-хозяйственной деятельности транспортного хозяйства, определяет грузооборот по заводу и объем погрузочно-разгрузочных работ, рассчитывает потребность в транспортных и погрузочно-разгрузочных средствах, потребность транспортных служб в кадрах и фонд заработной платы, составляет смету затрат по транспортному хозяйству и калькуляцию себестоимости на отдельные виды транспортных услуг.

Диспетчерское бюро осуществляет оперативно-производственное планирование работы транспорта, которое сводится к составлению квартальных, месячных и суточных планов перевозок и к оперативному регулированию транспортных работ. Методы построения планов определяются степенью устойчивости грузопотоков на заводе.

Техническое бюро участвует в технической подготовке производства с целью комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и транспортных операций; разрабатывает транспортно-технологические схемы, обеспечивающие стыковку отдельных звеньев транспортной сети предприятия и технологического оборудования; формирует альбомы чертежей по каждому виду подъемно-транспортного оборудования для изготовления запасных частей и проведения ремонтных работ.

Группа учета ведет паспортизацию всех видов транспортных средств, осуществляет учет и ведет отчетность работы транспортного хозяйства.

Материальной базой транспортного хозяйства предприятия является *транспортный цех*. Такой цех, как правило, укомплектован различными транспортными средствами для осуществления межцеховых и внешних перевозок грузов. Для внешних перевозок обычно используется автомобильный и другой безрельсовый транспорт; для межцеховых перевозок – электрокары, роботоэлектрокары, тележки и т. д. Для внутрицеховых перевозок в большинстве случаев применяются конвейеры различной конструкции, электротележки и другие специальные транспортные средства, закрепленные за соответствующими цехами предприятия.

11.2. Определение грузооборота предприятия, маршрутов транспортировки и необходимого количества транспортных средств

Для правильного и бесперебойного транспортирования грузов необходимо обеспечить основные и вспомогательные цехи завода и транспортный цех достаточным числом соответствующих транспорт-

ных средств. Для расчета потребности в определенных видах транспортных средств и для последующей организации их работы необходимо определить грузообороты завода и цеха, грузовые потоки и номенклатуру транспортируемых грузов.

Грузооборотом завода или цеха называется количество груза, подлежащего перевозке за определенный период времени (год, квартал, месяц, сутки, смену). Грузооборот равен сумме отдельных грузовых потоков.

Грузовой поток – это количество грузов, перемещаемых в определенном направлении между смежными пунктами погрузки и выгрузки.

Грузооборот цеха определяется по таблице, состоящей из двух частей: поступления и отправления грузов. В каждой части таблицы указываются пункты, наименование и количество перевозимого груза. Грузооборот завода рассчитывается на основе грузооборотов цехов и общезаводских складов в виде *шахматной ведомости*, которая дает наглядную картину грузооборота и служит основой для определения количества транспортных средств по соответствующим маршрутам (табл. 11.1).

Таблица 11.1

Шахматная ведомость грузопотоков

Пункты отправления/ назначения	Железнодорожная станция	Заводской склад № 1	...	Заводской склад № n	Цех № 1	...	Цех № m	Итого вывоз
Железнодорожная станция								
Заводской склад № 1								
...								
Заводской склад № n								
Цех № 1								
...								
Цех № m								
Итого поступление								

Транспортировка грузов может быть организована по маршрутам трех основных типов: маятниковым, веерным (лучистым) и кольцевым (рис. 11.1).

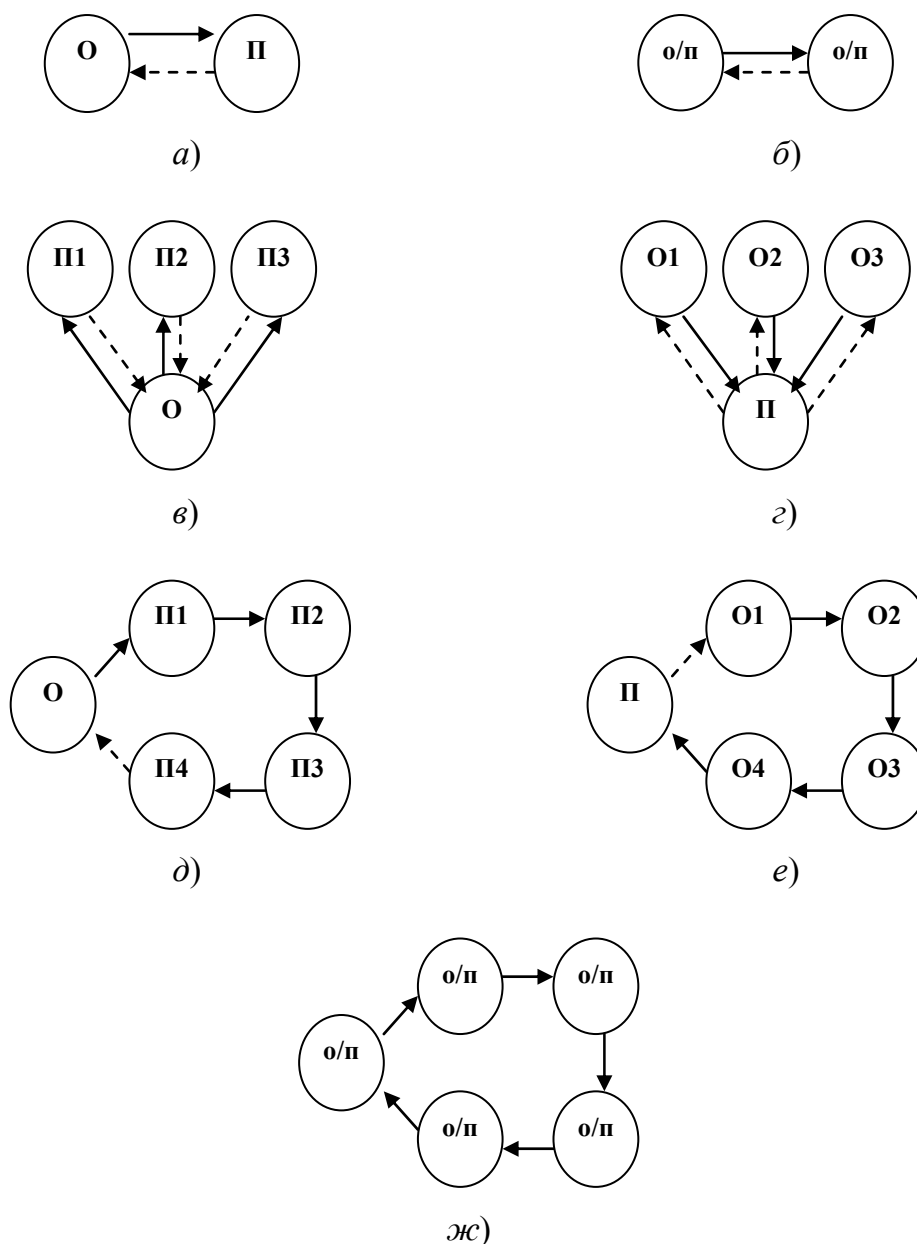


Рис. 11.1. Типовые схемы маршрутов транспортировки:
 —————> движение с грузом; - - - - -> движение без груза

Маятниковые маршруты устанавливаются между двумя пунктами транспортировки (пунктом отправления груза и пунктом получения). Такие маршруты могут быть односторонними, когда транспортные средства двигаются в одну сторону с грузом, а в другую – без груза, и двухсторонними, когда грузы транспортируются в обоих направлениях.

Веерные маршруты представляют собой комбинацию нескольких маятниковых маршрутов, имеющих единый общий пункт отправления (получения) грузов.

Кольцевые маршруты обычно являются альтернативой веерным, однако могут также устанавливаться и для обслуживания ряда пунктов, связанных последовательной передачей грузов от одного к другому. Кольцевые маршруты могут быть с равномерно уменьшающимся объемом транспортируемого груза, с равномерно увеличивающимся и равномерном объемами.

Исходя из схемы грузопотоков и планируемого объема перевозок по каждой группе грузов, выбираются соответствующие типы транспортных средств и рассчитывается потребность в них.

В ходе планирования транспортных операций рассчитываются следующие основные нормативные показатели.

Продолжительность транспортного цикла (т. е. время, затрачиваемое транспортным средством на выполнение одного рейса) в общем случае складывается из четырех компонентов:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{дв}} + t_{\text{п}} + t_{\text{р}} + t_{\text{з}}, \quad (11.1)$$

где $t_{\text{дв}}$ – время непосредственного движения транспортного средства по маршруту; $t_{\text{п}}$ – время, затрачиваемое на выполнение погрузочной операции; $t_{\text{р}}$ – время, затрачиваемое на выполнение операции разгрузки; $t_{\text{з}}$ – время непредвиденных задержек транспортного средства в пути (обычно принимается равным 15 % от $t_{\text{дв}}$).

Часовая производительность транспортного средства определяется по формуле

$$P_{\text{ч}} = \frac{q_{\text{ном}} \cdot K_{\text{и.гп}} \cdot 60}{T_{\text{ц}}}, \quad (11.2)$$

где $q_{\text{ном}}$ – номинальная грузоподъемность транспортного средства, т; $K_{\text{и.гп}}$ – коэффициент использования грузоподъемности; $T_{\text{ц}}$ – продолжительность транспортного цикла, мин.

Возможное *число рейсов* транспортного средства за период (сутки) рассчитывается по формуле

- а – односторонний маятниковый маршрут;
- б – двухсторонний маятниковый маршрут;
- в – веерный маршрут с единым пунктом отправления грузов;
- г – веерный маршрут с единым пунктом получения грузов;

д – кольцевой маршрут с уменьшающимся грузопотоком;
 е – кольцевой маршрут с увеличивающимся грузопотоком;
 ж – кольцевой маршрут с равномерным грузопотоком.

$$K_p^B = \frac{t_{cm} \cdot K_{cm} \cdot K_{и.в}}{T_{ц}}, \quad (11.3)$$

где t_{cm} – продолжительность одной рабочей смены; K_{cm} – число рабочих смен за период (сутки); $K_{и.в}$ – коэффициент использования рабочего времени в течение смены.

Число рейсов, необходимое для перевозки запланированного объема грузов, определяется в зависимости от принятого маршрута транспортировки. Для кольцевых маршрутов расчет выполняется по формуле

$$K_p^H = \frac{\sum_{j=1}^n N_j \cdot Q_{ед_j}}{q_{ном} \cdot K_{и.гп}}, \quad (11.4)$$

где n – число наименований грузов, подлежащих транспортировке за рассматриваемый период времени; N_j – число единиц груза j -го наименования, подлежащих транспортировке за рассматриваемый период времени; $Q_{ед_j}$ – масса единицы груза j -го наименования, т.

Для веерных маршрутов при условии одинаковых объемов перевозки в каждый из пунктов доставки расчетная формула принимает вид:

$$K_p^H = \frac{\sum_{j=1}^n N_j \cdot Q_{ед_j}}{q_{ном} \cdot K_{и.гп} \cdot m}, \quad (11.5)$$

где m – количество пунктов разгрузки, обслуживаемых за один транспортный цикл.

Число транспортных средств, необходимое для осуществления внешних и межцеховых перевозок, определяется на основании зависимости:

$$K_{т.с} = \frac{\sum_{j=1}^n N_j \cdot Q_{ед_j}}{P_{ч} \cdot t_{cm} \cdot K_{cm} \cdot K_{и.в}}. \quad (11.6)$$

Потребное число электрокаров для внутрицеховых перевозок рассчитывается по формуле

$$K_{\text{ЭК}} = \frac{Q_{\text{см}}}{P_{\text{ч}} \cdot t_{\text{см}} \cdot K_{\text{см}} \cdot K_{\text{и.в}}}, \quad (11.7)$$

где $Q_{\text{см}}$ – количество грузов, подлежащих транспортировке на внутрицеховых маршрутах за 1 смену, т.

$$Q_{\text{см}} = \frac{Q_{\text{г.п}}^{\text{общ}}}{D_{\text{р}} \cdot K_{\text{см}} \cdot K_{\text{н.п}}}, \quad (11.8)$$

где $Q_{\text{г.п}}^{\text{общ}}$ – общий внутрицеховой грузооборот за период (месяц, квартал, год), т; $D_{\text{р}}$ – число рабочих дней в периоде; $K_{\text{н.п}}$ – коэффициент неравномерности внутрицеховых перевозок (обычно принимается равным 0,85).

11.3. Оперативное управление работой транспортного хозяйства

Оперативное управление работой транспортного хозяйства предприятия включает в себя технико-экономическое и оперативно-календарное планирование и диспетчеризацию.

Технико-экономическое планирование заключается в разработке годового плана работы транспортных служб с разбивкой по кварталам. Как правило, такой план включает в себя:

- 1) план по объемам внутренних и внешних перевозок;
- 2) план по труду персонала транспортных служб;
- 3) план по себестоимости транспортных работ;
- 4) лимиты материально-технического обеспечения транспортного хозяйства;
- 5) план организационно-технических мероприятий по повышению эффективности транспортных операций;
- 6) плановую сводку технико-экономических показателей работы транспортного хозяйства.

В ходе технико-экономического планирования работы транспортных служб определяются:

- грузооборот и объем погрузочно-разгрузочных работ;

- потребность в транспортных и погрузочно-разгрузочных средствах (шахматная ведомость, грузовые потоки и расчеты потребности в транспортных средствах);
- потребность в кадрах и фонды заработной платы;
- потребность в топливе и смазочных материалах;
- объемы ремонтных работ и потребность в материалах и запасных частях;
- цеховые расходы транспортного цеха.

Кроме того, составляются смета затрат по транспортному хозяйству и калькуляция себестоимости транспортных услуг. Себестоимость транспортных услуг определяется в виде двух показателей: себестоимости транспортировки 1 тонны груза и себестоимости погрузки и выгрузки 1 тонны груза. Расчеты по планированию проводятся на основе технически обоснованных норм работы транспортных средств, материальных затрат и других плановых нормативов. Услуги транспортного цеха, оказываемые другим цехам, рассчитываются по цеховой себестоимости. Работы, выполняемые транспортным цехом для своего хозяйства, оцениваются исходя только из статей основных расходов без включения цеховых и общехозяйственных расходов.

Оперативно-календарное планирование работы транспортного хозяйства состоит в разработке месячных программ и сменно-суточных заданий на перевозки и погрузочно-разгрузочные работы. Месячная программа составляется на основе квартального плана и дополнительных ежемесячных заявок на перевозки грузов, поступающих из цехов, со складов, из отделов (снабжения и сбыта) до начала планового месяца. В зависимости от типа производства методы организации и сменно-суточного планирования транспортных работ различаются.

В *крупносерийном* и *массовом производстве* грузопотоки являются относительно устойчивыми. Это позволяет организовывать перевозку грузов по постоянным маршрутам, а работу транспортных средств – по постоянному графику (стандартный план межцеховых перевозок грузов).

В *серийном производстве* грузопотоки менее устойчивы, чем в крупносерийном и массовом, поэтому перевозки грузов организуются как по постоянным, так и по разовым маршрутам. На разовые маршруты цехи, склады и отделы накануне плановых суток подают транспортному цеху заявки на перевозку грузов (в счет ежемесячного плана), ко-

торые должны быть выполнены в течение следующего дня. На основе этих заявок диспетчер составляет сменно-суточное задание по перевозке грузов на следующий день, указывая в нем, как распределяются транспортные средства по отдельным участкам работы и разовым маршрутам. На перевозки по постоянным маршрутам заявки не подаются, а транспортные средства работают по постоянному графику.

В *единичном и мелкосерийном производстве* при отсутствии устойчивых грузопотоков перевозки грузов осуществляются в основном по разовым маршрутам. Сменно-суточное задание в таких условиях составляется на основе поступивших в транспортный цех заявок из основных цехов завода, отделов и со складов. Работа внешнего транспорта планируется на основе сведений о поступлении и отправке грузов, присылаемых отделами снабжения и сбыта.

Диспетчеризация работы транспортных служб заключается в контроле за выполнением составленных графиков и сменно-суточных заданий по перевозке грузов и в оперативном регулировании работы транспорта. В своей работе диспетчер транспортного хозяйства тесно связан с диспетчерской службой завода и диспетчерами цехов. К техническим средствам, которые он использует, относятся:

- диспетчерские табло;
- схемы и графики;
- радио и телефонная связь;
- системы сигнализации и др.

Оперативное регулирование сводится к наблюдению за выходом на линию определенного графиком и сменно-суточными заданиями количества транспортных средств, к контролю за выполнением суточного плана перевозок, к ликвидации аварий, замене транспорта в случае поломок.

Оперативный учет по работе транспортного хозяйства осуществляется в суточном и месячном разрезах. Соответственно этому составляются суточный рапорт о работе транспортного цеха и ежемесячный отчет о производственной и хозяйственной деятельности транспортного хозяйства в целом.

В сводку *технико-экономических показателей работы транспортного хозяйства* при планировании и учете его работы обычно включаются:

- Коэффициент использования парка транспортных средств по времени:

$$K_{\text{ип.т}} = \frac{F_{\text{факт}}}{F_{\text{эф}}}, \quad (11.9)$$

где $F_{\text{факт}}$ – число часов фактической работы парка транспорта за период;
 $F_{\text{эф}}$ – эффективный фонд времени работы парка транспорта за период.

- Коэффициент использования пробега транспортных средств:

$$K_{\text{и.пр}} = \frac{L_{\text{гр}}}{L_{\text{общ}}}, \quad (11.10)$$

где $L_{\text{гр}}$ – расстояние, пройденное транспортом с грузом за период, км;
 $L_{\text{общ}}$ – общий пробег транспорта с грузом и порожняком, км.

- Себестоимость 1 машино-часа работы транспортных средств:

$$S_{\text{м.ч}} = \frac{З_{\text{п}} + А + Р + Т + М + П_{\text{р}}}{F_{\text{эф}}}, \quad (11.11)$$

где $З_{\text{п}}$ – расходы на заработную плату обслуживающего персонала с начислениями за период, ден. ед.; $А$ – амортизация оборудования за период, ден. ед.; $Р$ – расходы на текущий ремонт и обслуживание оборудования, ден. ед.; $Т$ – стоимость потребленного топлива и прочих энергоносителей, ден. ед.; $М$ – затраты на расходные материалы (смазочные, обтирочные и т. д.), ден. ед.; $П_{\text{р}}$ – прочие расходы, ден. ед.

- Себестоимость перевозки 1 тонны груза:

$$S_{\text{т}} = \frac{S_{\text{м.ч}}}{Q_{\text{ч}}}, \quad (11.12)$$

где $Q_{\text{ч}}$ – масса грузов, перевозимых транспортными средствами за 1 час, т.

- Себестоимость 1 рейса:

$$S_{\text{р}} = S_{\text{м.ч}} \cdot T_{\text{ц}}. \quad (11.13)$$

- Расход энергоносителей (топлива) – нормы и отклонения.
- Расход смазочных и обтирочных материалов – нормы и отклонения.

ТЕМА 12. ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ХОЗЯЙСТВОМ ПРЕДПРИЯТИЯ

- Особенности, задачи и структура энергетического хозяйства предприятия.
 - Планирование и анализ энергоснабжения предприятия.
 - Основные показатели эффективности энергетического хозяйства и пути совершенствования его работы.
-

12.1. Особенности, задачи и структура энергетического хозяйства предприятия

Современные промышленные предприятия являются крупными потребителями различных видов энергоносителей, общая номенклатура которых может включать более десятка наименований, а доля затрат на их приобретение и выработку в общей себестоимости конечной продукции – достигать 25 % и более.

По характеру своего использования вся потребляемая промышленными предприятиями энергия делится на три категории:

1) *силовая энергия* – используется для приведения в движение технологического оборудования и подъемно-транспортных средств;

2) *технологическая энергия* – служит для непосредственного изменения свойств и состояния материалов (плавление, термообработка и т. д.);

3) *производственно-бытовая* – расходуется на освещение, отопление, вентиляцию и другие аналогичные цели.

Для обеспечения предприятий указанными видами энергии в их производственной структуре выделяются специализированные подразделения, составляющие энергетическое хозяйство предприятия. Основными задачами энергетического хозяйства предприятия являются:

– своевременное и бесперебойное обеспечение предприятия, его подразделений и отдельных рабочих мест всеми видами необходимых энергоносителей с соблюдением установленных для них параметров (напряжения, давления, температуры и т. д.);

– организация рационального использования энергетического оборудования, его своевременный качественный ремонт и техническое обслуживание;

– разработка и реализация мероприятий по повышению эффективности и экономности использования в деятельности предприятия различных видов энергоносителей.

В технологическом отношении энергохозяйство промышленного предприятия состоит из трех частей:

1) *генерирующей* (электростанции, котельные, газогенераторные и компрессорные установки, насосные установки и т. д.);

2) *распределительной* (сети, распределительные устройства и трансформаторные подстанции);

3) *потребляющей* (энергоприемники основного и вспомогательного производства и непромышленные потребители).

Процесс производства, распределения и потребления энергии является единым энергетическим процессом, в котором все элементы взаимосвязаны. Ввиду этого основной особенностью работы энергохозяйства предприятия является совпадение во времени и соразмерность по объему процессов производства и потребления энергии. В связи с этим основным фактором, определяющим режим работы энергохозяйства, является режим потребления энергоносителей различными подразделениями предприятия. В свою очередь, такой режим обуславливается комплексом факторов, основными из которых являются:

- объемы выпускаемой предприятием продукции;
- конструктивные особенности выпускаемой продукции и характер технологических процессов ее изготовления;
- характер связи энергохозяйства предприятия с региональной энергетической системой.

В зависимости от последнего фактора на промышленных предприятиях могут применяться три основных схемы энергообеспечения:

1. *Комплексное внешнее энергообеспечение* – предприятие отказывается от содержания собственной генерирующей базы и все необходимые виды энергоносителей получает от сторонних поставщиков.

2. *Комплексное внутреннее энергообеспечение* – все виды используемых в производстве энергоносителей предприятие генерирует самостоятельно. Данная форма энергообеспечения характерна для очень крупных предприятий и применяется, как правило, в начальный период развития новых промышленных районов, когда отсутствует или недостаточно развита региональная энергетическая база.

3. *Комбинированное энергоснабжение* – является основным и наиболее рациональным вариантом для большинства промышленных

предприятий. При использовании данной схемы предприятие закупает у сторонних поставщиков только первичные энергоносители (газ, вода, электроэнергия), а вторичные генерирует самостоятельно.

В *организационном отношении* энергохозяйство промышленного предприятия делится на технический и управленческий блоки.

В свою очередь, технический блок подразделяется на общезаводскую и внутрицеховую части. К общезаводскому уровню относятся генерирующие, преобразовательные установки и распределительные сети общезаводского значения. Эксплуатация и обслуживание таких установок и сетей осуществляется специализированными энергетическими цехами предприятия. Внутрицеховая часть энергохозяйства включает в себя все первичные энергоприемники, внутрицеховые распределительные сети, а также цеховые преобразовательные установки и установки для использования вторичных энергоресурсов. Работа данных устройств обеспечивается силами цеховых энергетических служб.

Управление работой энергохозяйства осуществляется специальными подразделениями, которые в зависимости от масштабов предприятия могут быть представлены в форме:

- управления главного энергетика (УГЭ) – на крупных предприятиях;
- отдела главного энергетика (ОГЭ) – на средних предприятиях;
- энергомеханического отдела, непосредственно возглавляемого главным механиком – на мелких предприятиях.

Общее руководство работой данных служб осуществляет главный энергетик, находящийся в подчинении главного механика или главного инженера предприятия. Структура управленческих служб энергохозяйства представлена перечнем различных бюро, наиболее распространенными из которых являются:

- *бюро ППР* – осуществляет планирование, учет и контроль выполнения всех видов ремонта энергетического оборудования, ведет паспортизацию этого оборудования и инспектирует правильность его эксплуатации;
- *техническое бюро* – осуществляет техническую подготовку работ по системе ППР энергетического оборудования;
- *планово-производственное бюро* – осуществляет планирование потребности предприятия в различных видах энергоносителей и оформление энергобалансов;

– *бюро энергоиспользования* – осуществляет нормирование расхода энергоносителей и разработку мероприятий по рационализации их использования;

– *энергетическая лаборатория* – обеспечивает обслуживание, проверку и ремонт измерительных приборов, используемых для контроля работы энергетического оборудования, осуществляет различные измерения и испытания данного оборудования.

12.2. Планирование и анализ энергоснабжения предприятия

Основным методом планирования энергоснабжения предприятия и анализа результатов использования топлива и энергии является разработка энергетических балансов.

Энергетический баланс – это документ, состоящий из двух частей (приходной и расходной), в котором с большей или меньшей степенью детализации фиксируются расход различных видов энергоносителей и источники покрытия потребности в таких энергоносителях.

В зависимости от цели своего составления энергобалансы могут быть плановыми и отчетными.

Плановые энергобалансы составляются на предстоящий промежуток времени и предназначены для обоснования потребности предприятия в различных видах энергоносителей (расходная часть) и определения наиболее рациональных и экономичных источников покрытия этой потребности (приходная часть). Основой для составления плановых энергобалансов служат удельные нормы расхода энергоносителей, а также плановые задания по выпуску продукции основного производства.

Отчетные энергобалансы составляются ретроспективно (по фактическим данным отчетного периода) и предназначены для контроля энергопотребления, анализа эффективности энергообеспечения предприятия, выявления сдвигов в структуре энергопотребления, а также для оценки качества работы энергоцехов.

В зависимости от степени своей детализации энергобалансы могут быть частными и общими.

Частные энергобалансы составляются индивидуально для каждого вида энергоносителей и служат для выбора оптимальных поставщиков таких энергоносителей.

Общие (сводные) энергобалансы составляются обобщенно для всех используемых предприятием видов энергоресурсов и применя-

ются для обоснования включения энергетических расходов в себестоимость продукции, а также для определения структуры использования энергоносителей по различным подразделениям предприятия.

В зависимости от своей аналитической направленности энергобалансы делятся на рабочие и синтезированные.

Рабочая форма балансов служит для планирования структуры энергопотребления по отдельным подразделениям предприятия и видам выпускаемой ими продукции. В рабочих энергобалансах фиксируется полный объем использования энергоносителей без разделения этого объема на полезную составляющую и потери.

Синтезированная форма энергобалансов делит все энергозатраты на полезное использование энергоресурсов и потери, которые, в свою очередь, подразделяются по видам и источникам своего возникновения. Данная разновидность энергобалансов применяется для оценки эффективности использования энергетических ресурсов и для разработки плана мероприятий по повышению энергоотдачи производства.

Используемые при составлении энергобалансов нормы расхода энергоносителей могут быть суммарными (на единицу продукции или отдельный вид работ) и дифференцированными (на отдельную деталь, операцию, технологический процесс). Расчет удельных норм расхода энергоносителей может осуществляться двумя основными методами: опытно-статистическим и расчетно-аналитическим.

Опытно-статистический метод установления норм основывается на использовании данных о расходе энергоносителей, фактически имевшем место в течение ряда отчетных периодов, и в большинстве случаев сводится к той или иной форме усреднения этих значений. Достоинством данного метода является его простота и невысокая трудоемкость использования. Однако, несмотря на свою простоту, такой метод не является оптимальным, поскольку, во-первых, не учитывает причин наблюдаемого уровня расхода энергоносителей, а во-вторых, не учитывает изменений в уровне расхода энергии, которое может произойти в плановом периоде в результате осуществления соответствующих организационно-технических мероприятий. Частично указанные недостатки устраняются при использовании специфической формы опытно-статистического метода нормирования, предполагающей не усреднение фактически достигнутых уровней расхода, а построение многофакторных статистических зависимостей, связывающих эти уровни с комплексом основных определяющих их факторов.

Расчетно-аналитический метод нормирования расхода энергоносителей является более трудоемким, однако позволяет наиболее точно рассчитывать величину плановой нормы с учетом непосредственных параметров технологического процесса и плановых изменений в режиме работы оборудования.

В общем случае плановый энергобаланс разрабатывается по следующему алгоритму.

Этап 1. Планируется расходная часть баланса (план потребления энергоресурсов):

1.1. Планируется потребность основного производства в соответствующих видах энергоносителей.

Планирование расхода топлива обычно осуществляется по двум направлениям: на производственные нужды и на нужды, связанные с отоплением подразделений предприятия.

Плановый расход топлива на производственные нужды (термообработка металла, плавка, сушка литейных форм и т. д.) определяется по формуле

$$Q_{\text{п.н}} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \cdot q_i}{K_3}, \quad (12.1)$$

где n – общее число видов продукции, при изготовлении которой используется топливо анализируемого вида; N_i – объем выпуска продукции i -го вида в расчетном периоде; q_i – норма расхода условного топлива на единицу продукции i -го вида; K_3 – калорийный эквивалент применяемого вида топлива.

Плановый расход условного топлива (в тоннах) на отопление производственных и административных помещений предприятия рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{от}} = \frac{q_T \cdot t_0 \cdot F_{\text{о.п}} \cdot V_3}{1000 \cdot K_y \cdot \eta_{\text{к.у}}}, \quad (12.2)$$

где q_T – норма расхода тепла на 1 м³ объема здания при разности между внутренней и наружной температурами в 1 °С, ккал/ч; t_0 – средняя разность внутренней и наружной температур отопительного периода, °С; $F_{\text{о.п}}$ – продолжительность отопительного периода, ч; V_3 – объем отапливаемого здания по наружному обмеру, м³; K_y – теплота

сгорания условного топлива (7000 ккал/кг); $\eta_{к.у}$ – КПД котельной установки.

Плановый расход силовой электроэнергии (кВт · ч) на производственные нужды определяется по формуле

$$P_{эл.с} = \frac{W_y \cdot F_{эф} \cdot K_3 \cdot K_o}{\eta_{эс} \cdot \eta_{у.м}}, \quad (12.3)$$

где W_y – суммарная мощность установленных электродвигателей технологического оборудования, кВт; $F_{эф}$ – эффективный фонд работы оборудования (потребителей оборудования) в расчетном периоде, ч; K_3 – средний коэффициент загрузки оборудования; K_o – средний коэффициент одновременности работы потребителей электроэнергии; $\eta_{эс}$ – КПД питающей электросети; $\eta_{у.м}$ – КПД установленных электродвигателей оборудования.

Выражение (11.4) называется коэффициентом спроса потребителей электроэнергии и для планового периода может устанавливаться заранее. В данном случае плановый расход силовой электроэнергии на производственные нужды рассчитывается по формуле (11.5):

$$K_c = \frac{K_3 \cdot K_o}{\eta_{эс} \cdot \eta_{у.м}}; \quad (12.4)$$

$$P_{эл.с} = W_y \cdot F_{эф} \cdot K_c. \quad (12.5)$$

Плановый расход электроэнергии (кВт · ч) для нужд освещения помещений предприятия может быть рассчитан по следующим формулам:

$$P_{эл.осв} = \frac{C_{св} \cdot P_{ср} \cdot F_{эф} \cdot K_o}{1000}, \quad (12.6)$$

или

$$P_{эл.осв} = \frac{h \cdot S \cdot F_{эф}}{1000}, \quad (12.7)$$

где $C_{св}$ – число светильников в анализируемом помещении, шт.; $P_{ср}$ – средняя мощность одного светильника, Вт; $F_{эф}$ – эффективный фонд работы светильников в расчетном периоде, ч; h – норма освещения

1 м² площади анализируемого помещения, Вт; S – общая освещаемая площадь в анализируемом помещении, м².

Плановый расход пара на производственные цели определяется на основе удельных норм расхода соответствующих потребителей и продолжительности их работы в течение анализируемого периода.

Плановый расход пара на нужды отопления зданий предприятия рассчитывается по формуле

$$P_{от} = \frac{q_T \cdot t_o \cdot F_{оп} \cdot V_3}{1000 \cdot i}, \quad (12.8)$$

где i – теплосодержание пара (в обычных условиях принимается равным 540 ккал/кг).

Плановый объем сжатого воздуха, расходуемого на производственные цели, определяется по формуле

$$Q_{в.п} = K_{п} \sum_{i=1}^m d_i \cdot F_i^{эф} \cdot K_i^{3М}, \quad (12.9)$$

где $K_{п}$ – коэффициент, учитывающий потери сжатого воздуха в передающих сетях; m – общее число видов эксплуатируемых воздухоприемников; d_i – расход сжатого воздуха при непрерывной работе воздухоприемника на полную мощность, м³/ч; $F_i^{эф}$ – эффективный фонд работы i -го воздухоприемника в расчетном периоде, ч; $K_i^{3М}$ – средний коэффициент загрузки i -го воздухоприемника в расчетном периоде по мощности.

Плановый объем воды, необходимый для производственных нужд, определяется аналогично исходя из нормативов часового расхода отдельных агрегатов-потребителей, эффективного фонда времени их работы в расчетном периоде и степени их загруженности по времени и мощности.

1.2. Осуществляется расчет плановых потерь энергоносителей в передающих сетях и преобразовательных устройствах.

1.3. Определяется суммарное плановое потребление предприятием рассматриваемых энергоносителей.

Этап 2. Планируется приходная часть баланса (план покрытия потребности в энергоносителях):

2.1. Определяются рабочие мощности генерирующих энергоустановок предприятия и устанавливаются их чистые эксплуатационные резервы.

Чистая рабочая мощность энергоустановки (мощность нетто) определяется индивидуально для каждого квартала планового года как разница между общей паспортной мощностью энергоустановки (мощность брутто) и ремонтным резервом, под которым понимается мощность тех энергетических устройств, которые в соответствующем квартале подлежат плановому ремонту. Для расчета величины ремонтного резерва осуществляется предварительное построение календарных графиков ремонта и технического обслуживания оборудования. Совмещая между собой величины запланированной чистой рабочей мощности энергоустановок предприятия и рассчитанной ранее плановой потребности в соответствующих энергоносителях, можно определить чистый эксплуатационный резерв энергоустановок. Все проведенные расчеты оформляются графически в виде баланса мощности по кварталам (рис. 12.1).

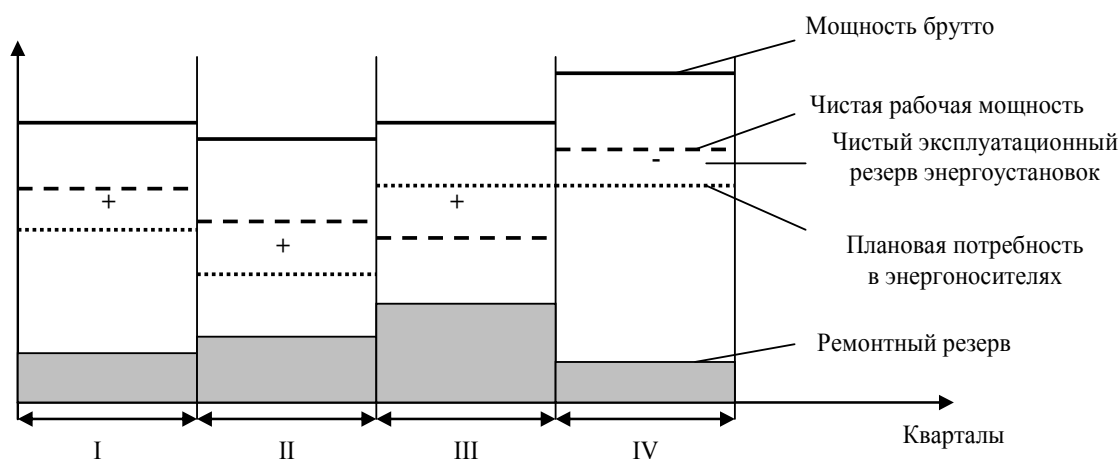


Рис. 12.1. Схема баланса мощности энергоустановки на год

2.2. На основе анализа построенных балансов мощности энергоустановок и величины их чистого эксплуатационного резерва для каждого из кварталов планового года определяется:

- возможность продажи части энергоносителей на сторону (при положительном чистом эксплуатационном резерве);
- необходимость закупки дополнительного объема энергоносителей у сторонних поставщиков (при отрицательном чистом эксплуатационном резерве).

2.3. Осуществляется выбор оптимальных внешних поставщиков недостающих энергоносителей и проводится распределение между ними объемов поставок.

2.4. Осуществляется окончательное оформление энергетического баланса с указанием источников покрытия потребностей предприятия во всех видах энергоресурсов для всех временных отрезков планового периода.

Построенные энергобалансы могут быть использованы для укрупненного анализа результатов работы энергохозяйства. В ходе такого анализа устанавливается изменение структуры потребления энергетических ресурсов и изменение структуры источников покрытия энергетических потребностей предприятия.

Текущий анализ работы энергохозяйства базируется на данных дифференцированного учета использования энергоносителей, который осуществляется контрольно-измерительными службами энергохозяйства. Для ведения такого учета на каждой единице энергетического оборудования устанавливаются счетчики расхода энергоресурсов, которые обслуживаются специализированными энергетическими лабораториями и фиксируют текущую информацию об объемах производства и потребления энергоносителей.

12.3. Основные показатели эффективности энергетического хозяйства и пути совершенствования его работы

Совокупность технико-экономических показателей, характеризующих эффективность работы энергетического хозяйства предприятия, может быть сведена в две группы:

1. Показатели эффективности производства энергоносителей:
 - удельный расход первичных энергоносителей на производство единицы вторичных;
 - КПД энергетических установок;
 - себестоимость производства единицы различного вида энергоносителей;
 - доля энергии, получаемой за счет вторичного использования энергоносителей и т. д.
2. Показатели эффективности использования энергоносителей:
 - уровень энергоотдачи производства;
 - уровень энерговооруженности труда;
 - доля энергетических затрат в себестоимости готовой продукции;
 - удельный расход энергоносителей на производство единицы продукции;

– показатели структуры энергопотребления отдельных цехов и предприятия в целом.

Основными направлениями совершенствования энергетического хозяйства и повышения эффективности его работы являются:

– разработка и освоение новых технологий производства и преобразования энергии;

– приобретение и установка энергосберегающего оборудования;

– развитие взаимозаменяемости различных видов энергоносителей и генерирующих их установок;

– диверсификация внешних поставщиков энергоресурсов;

– использование наиболее экономичных и экологически безопасных видов энергоресурсов;

– комплексная автоматизация процессов производства, учета и контроля использования энергоресурсов;

– применение расчетно-аналитических методов нормирования энергозатрат;

– расширение использования контрольно-измерительной аппаратуры в энергоустановках.

Для реализации выделенных направлений совершенствования работы энергохозяйства на предприятиях разрабатываются соответствующие мероприятия, которые принято подразделять на структурно-энергетические, технологические, режимные, хозяйственно-бытовые и организационные.

Структурно-энергетические мероприятия направлены на снижение потребности в дефицитных видах энергоресурсов и предполагают замену одних видов энергоносителей другими, в частности, вторичными энергоресурсами.

К *технологическим мероприятиям* относятся внедрение менее энергоемких технологий производства (например, скоростных методов обработки металлов резанием, нагрева заготовок перед обработкой и др.) и повышение уровня технологичности конструкций изделий.

Режимные мероприятия могут включать в себя повышение степени загрузки оборудования, снижение доли холостых ходов и простоев нагревательного оборудования, замену оборудования периодического действия на оборудование непрерывного действия, механизацию и автоматизацию тепловых технологических процессов и энергетических установок, замену асинхронных двигателей на синхронные и т. д.

К хозяйственно-бытовым мероприятиям относятся внедрение экономических систем производственной вентиляции и промышленного водоснабжения, замена ламп накаливания люминесцентными источниками света, использование выделяющегося в производстве тепла для отопления цехов и т. п.

Организационные мероприятия могут предполагать рационализацию организационной структуры энерго- и контрольно-измерительного хозяйства, внедрение новых методов технического нормирования энергопотребления, оптимизацию технологий первичного учета расхода энергоресурсов и др.

ТЕМА 13. ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ПРОИЗВОДСТВА

- Значение, структура и функции служб материально-технического обеспечения.
 - Планирование материально-технического обеспечения производства.
 - Организация закупок материальных ресурсов
 - Основные методы управления запасами материальных ресурсов.
 - Организация оперативного снабжения подразделений материальными ресурсами.
 - Показатели эффективности системы материально-технического обеспечения.
-

13.1. Значение, структура и функции служб материально-технического обеспечения

Материально-техническое обеспечение (МТО) производства как компонент обеспечивающей подсистемы производственного менеджмента во многом определяет результативность процессов преобразования исходных ресурсов в готовую продукцию. Это обусловлено тем, что доля материальных затрат в себестоимости промышленной продукции колеблется в пределах от 35 до 75 %, а удельный вес материальных запасов на многих предприятиях составляет более 50 % общей суммы их оборотных средств.

Процесс материально-технического обеспечения производства направлен на своевременную поставку на склады предприятия или

сразу на рабочие места требуемых в соответствии с производственными планами материально-технических ресурсов, в состав которых входят сырье, материалы, комплектующие изделия, покупное технологическое оборудование и технологическая оснастка.

Основной задачей МТО является своевременное бесперебойное снабжение подразделений предприятия необходимыми материальными ресурсами при одновременной минимизации затрат, связанных с таким снабжением.

Основными целями материально-технического обеспечения производства являются:

- своевременное и бесперебойное обеспечение предприятия и его подразделений необходимыми видами ресурсов требуемого количества и качества;
- организация хранения и учета материальных ресурсов и их подготовка к производственному потреблению;
- поддержание запасов материальных ресурсов на достаточном для бесперебойной работы предприятия уровне при минимальной степени замораживания оборотных средств;
- систематическая разработка и реализация мероприятий по сокращению расходов, связанных с функционированием снабженческого аппарата, приобретением, доставкой и хранением ресурсов.

Для достижения данной цели службы МТО предприятия выполняют следующие основные функции:

- проведение маркетинговых исследований рынка поставщиков и их отбор по каждому из видов ресурсов;
- нормирование потребности в ресурсах каждого вида;
- разработка материальных балансов;
- организация доставки, хранения и подготовки материальных ресурсов к производственному использованию;
- организация управления запасами материальных ресурсов;
- организация доставки материальных ресурсов в производственные подразделения предприятия;
- административные функции управления материальными запасами (учет, контроль и анализ);
- оценка и анализ эффективности использования материальных ресурсов в производстве;
- разработка организационно-технических мероприятий по экономии материальных ресурсов и повышению эффективности их использования.

Осуществление перечисленных функций на большинстве промышленных предприятий возложено на отдел материально-технического обеспечения (ОМТО) производства, находящийся в подчинении у заместителя руководителя предприятия по производству. Поскольку качество работы отдела во многом определяет конечное качество всего производственного процесса, то он должен быть укомплектован высококвалифицированными специалистами. Кроме того, многие решаемые отделом вопросы носят комплексный характер, в связи с чем от его персонала требуются знания в области маркетинга, логистики, техники, технологии, нормирования, прогнозирования, организации производства, межпроизводственных связей.

В общем случае структура ОМТО включает в себя следующие типовые бюро.

Бюро маркетинга поставщиков ресурсов выполняет функции по определению возможных поставщиков необходимых ресурсов, анализу предлагаемых ими цен и условий поставки и выбору перечня наиболее оптимальных предложений. Традиционно такие бюро формируются из нескольких рабочих групп, специализированных по продуктовому или функциональному признаку. Функциональное деление рабочих групп более эффективно при широкой и часто изменяющейся номенклатуре закупаемых ресурсов. Продуктовое же деление более оправдано при относительно узкой и достаточно стабильной номенклатуре закупаемых сырья и материалов.

Бюро нормирования и планирования обеспечения производства ресурсами осуществляет выполнение следующих функций:

- разработка нормативов расхода важнейших видов ресурсов по основным объектам предприятия;
- планирование потребности предприятия в каждом из видов ресурсов на предстоящий период;
- разработка материальных балансов;
- разработка плана обеспечения предприятия и его подразделений материально-техническими ресурсами (входит в состав бизнес-плана предприятия);
- анализ эффективности использования ресурсов на предприятии;
- разработка методов оптимизации использования ресурсов с учетом специфики предприятия.

Бюро управления запасами осуществляет:

- расчет нормативов различных видов запаса (оборотный, страховой, расходный) по видам ресурсов;

- оптимизацию запасов по видам ресурсов;
- организацию пополнения запасов;
- учет и контроль использования ресурсов;
- техническое обеспечение управления запасами.

Бюро обеспечения рабочих мест ресурсами решает следующие задачи:

- координация процессов оснащения рабочих мест основным и вспомогательным оборудованием, инвентарем, тарой, устройствами охраны труда и санитарно-гигиеническими устройствами;
- организация оперативного обеспечения рабочих мест технологической оснасткой, материалами, комплектующими изделиями, полуфабрикатами, топливно-энергетическими ресурсами;
- учет, контроль и анализ использования ресурсов на рабочих местах.

13.2. Планирование материально-технического обеспечения производства

Планирование материально-технического снабжения производства является первичной функцией работы снабженческих служб и ориентировано на решение двух базовых задач:

- 1) установление перспективной потребности предприятия в материальных ресурсах различных видов;
- 2) определение возможных источников покрытия выявленной потребности.

Разрабатываемые промышленными предприятиями планы материально-технического снабжения могут иметь несколько своих разновидностей, для классификации которых принято использовать три основных признака: период составления, размерность и степень детализации.

В зависимости от периода своего составления, планы снабжения делятся на перспективные, годовые и оперативные.

Перспективные планы обычно составляются в рамках проектов, имеющих долгосрочный характер и предусматривающих развитие какого-либо нового направления деятельности предприятия (освоение нового вида продукции, ввод в эксплуатацию нового производственного подразделения и т. п.). В таких планах предусматриваются важнейшие источники и условия поставки основных материально-технических ресурсов, необходимых для реализации соответствующего проекта.

Годовые планы материально-технического снабжения разрабатываются в качестве одной из составляющих перспективных бизнес-планов предприятия и включают в себя всю основную номенклатуру потребляемых предприятием материальных ресурсов. Такие планы неразрывно связаны с прочими разделами бизнес-плана и являются основой для планирования смет затрат на производство, себестоимости продукции, норматива оборотных средств и других параметров финансово-хозяйственной деятельности предприятия.

Оперативные планы материально-технического снабжения составляются на относительно короткий промежуток времени (квартал, месяц, декада) в специфицированной номенклатуре материальных ресурсов и предназначены для организации непосредственных закупок материальных ресурсов.

В зависимости от своей размерности планы материально-технического снабжения предприятия делятся на планы в натуральном и планы в стоимостном измерении.

Планы снабжения в натуральных единицах разрабатываются в качестве основы системы управления материальными запасами и обеспечивают возможность планирования работы транспортных и складских служб предприятия.

Планы снабжения в стоимостном выражении предназначены для увязки МТО производства с прочими разделами бизнес-планов предприятия и используются при планировании капиталовложений, себестоимости, прибыли, а также при составлении финансового плана.

В зависимости от степени своей детализации планы материально-технического снабжения подразделяются на планы в укрупненной и планы в специализированной номенклатуре.

Планы в укрупненной номенклатуре разрабатываются на первоначальной стадии планирования и служат для определения общего объема потребления материальных ресурсов предприятием в предстоящем периоде.

Планы в специализированной номенклатуре составляются на этапе текущего планирования и выступают основой для формирования хозяйственных связей с непосредственными поставщиками необходимых предприятию материальных ресурсов.

В общем случае разработка перспективного плана материально-технического снабжения производства осуществляется по следующему типовому алгоритму:

1. *Подготовительный этап.* Основной задачей данного этапа планирования является формирование массива исходных данных, необходимых для последующего расчета потребности в материальных ресурсах. На данном этапе при участии всех основных и вспомогательных подразделений предприятия корректируется номенклатура необходимых материальных ресурсов, проводится уточнение норм расхода сырья и материалов, определяются фактические остатки ресурсов на складах предприятия и проводится корректировка норм складских запасов.

2. *Планирование потребности в материальных ресурсах.* Расчеты плановой потребности в ресурсах могут осуществляться различными методами, в зависимости от направления использования таких ресурсов, отраслевой принадлежности предприятия и характера имеющихся исходных данных.

Наиболее распространенным методом планирования потребности основного производства в материальных ресурсах является *метод прямого счета*, расчеты по которому выполняются на основе формул следующего вида:

$$P_i = \sum_{j=1}^n V_j \cdot H_{ij}, \quad (13.1)$$

где P_i – плановая потребность в материалах i -го наименования на производственную программу; n – общее количество видов продукции, при изготовлении которых планируется использование материалов i -го наименования; V_j – плановый объем выпуска продукции j -го вида в натуральных единицах; H_{ij} – норма расхода материалов i -го наименования на единицу продукции j -го вида.

При планировании потребности в материалах на выпуск нового вида продукции, когда на момент расчета по этой продукции еще не установлены нормы расхода ресурсов, в расчетах используется *метод аналогии*. При использовании данного метода рассматриваемые изделия приравниваются к какому-либо другому, аналогичному виду продукции, и расчет плановой потребности в материалах выполняется по формуле

$$P_{ij} = V_j \cdot H_{a_i} \cdot K_n, \quad (13.2)$$

где P_{ij} – плановая потребность в материалах i -го наименования на выпуск j -го нового вида продукции; V_j – плановый объем выпуска

продукции j -го вида; H_{a_i} – норма расхода материалов i -го наименования на единицу изделия, аналогичного рассматриваемому; K_{Π} – поправочный коэффициент, учитывающий различия в конструкции и технологии изготовления сопоставляемых изделий.

При большом разнообразии производимой продукции (радиотехническая, электронная, легкая промышленность и т. п.) программа производства может устанавливаться по группам изделий, хотя материалоемкость отдельных видов продукции в каждой из групп может различаться. В данном случае при расчете потребности в материалах может использоваться *метод типовых представителей*, в рамках которого расчеты выполняются для одного изделия из группы (типového представителя), по которому норма расхода рассматриваемого вида ресурсов наиболее близка к средневзвешенному значению по всей группе. Общая потребность в материалах на всю группу изделий при этом определяется по формуле

$$P_{\text{гр}i} = V_{\text{гр}} \cdot H_{\text{т.п}i}, \quad (13.3)$$

где $P_{\text{гр}i}$ – плановая потребность в материалах i -го наименования на выпуск рассматриваемой группы видов продукции; $V_{\text{гр}}$ – общий плановый объем выпуска продукции рассматриваемой группы; $H_{\text{т.п}i}$ – норма расхода материалов i -го наименования на изделие – типовой представитель рассматриваемой группы.

В ряде отраслей пищевой промышленности, металлургии, промышленности строительных материалов для определения потребности в материальных ресурсах применяется *метод рецептурного состава*, расчеты по которому основываются на формулах следующего вида:

$$P_i = \sum_{j=1}^n \frac{V_{\text{г.п}j} \cdot d_{ij}}{B_{\text{г.п}j}^{\text{пл}}}, \quad (13.4)$$

где P_i – плановая потребность в материалах i -го наименования на производственную программу; n – общее количество видов продукции, при изготовлении которых планируется использование материалов i -го наименования; $V_{\text{г.п}j}$ – плановый выпуск готовой продукции j -го вида; d_{ij} – удельный вес материалов i -го наименования в рецептурном составе j -го вида продукции, %; $B_{\text{г.п}j}^{\text{пл}}$ – плановый выход годной продукции j -го вида, %.

В отраслях химической промышленности потребность в сырье и материалах определяется *методом реакций*, расчеты по которому учитывают молекулярный вес исходного сырья и готового продукта, процентное содержание полезного вещества в сырье и готовом продукте и ожидаемый уровень производственных потерь:

$$P_i = \sum_{j=1}^n \frac{V_{г.п.j} \cdot M_{c_i} \cdot d_{г.п.j} \cdot 100}{M_{г.п.j} \cdot d_{c_i} \cdot B_{г.п.j}^{пл}}, \quad (13.5)$$

где P_i – плановая потребность в материалах i -го наименования на производственную программу; n – общее количество видов продукции, при изготовлении которых планируется использование материалов i -го наименования; $V_{г.п.j}$ – плановый выпуск готовой продукции j -го вида; M_{c_i} – молекулярная масса исходного сырья рассматриваемого i -го наименования; $M_{г.п.j}$ – молекулярная масса готового продукта j -го вида; $d_{г.п.j}$ – содержание полезного вещества в готовом продукте j -го вида, %; d_{c_i} – содержание полезного вещества в исходном сырье рассматриваемого i -го наименования, %; $B_{г.п.j}^{пл}$ – плановый выход годной продукции j -го вида, %.

При отсутствии норм расхода материальных ресурсов в производстве плановая потребность в таких ресурсах может быть приблизительно определена *методом динамических коэффициентов*, или *методом регрессионного моделирования*. В первом случае расчет плановой потребности в материалах осуществляется исходя из фактического объема их потребления в предшествующем периоде и индексов программы производства и норм расхода:

$$P_{пл_i} = P_{ф_i} \cdot J_n \cdot J_{пр}, \quad (13.6)$$

где $P_{пл_i}$ – плановая потребность в материалах i -го наименования; $P_{ф_i}$ – фактический расход материалов i -го наименования в предшествующем временном периоде; J_n – индекс изменения норм расхода материалов; $J_{пр}$ – индекс изменения величины производственной программы.

Во втором случае плановая потребность в материалах устанавливается на основе построения специальных уравнений регрессии, связывающих между собой величину такой потребности и комплекс

основных влияющих на нее факторов (объем производства, время, степень загрузки производственных мощностей и т. п.).

В том или ином случае расчеты по последним двум методам имеют существенные погрешности и потому могут использоваться только при невозможности применения других методов.

Помимо установления расхода материальных ресурсов в основном производстве, планирование общей потребности в таких ресурсах также предполагает их анализ по другим направлениям целевого использования.

Потребность в сырье и материалах для пополнения незавершенного производства рассчитывается в случаях, когда планируется рост объемов производства при сохранении прежней длительности производственного цикла, а также при освоении выпуска новой продукции. Расчет искомой потребности в сырье и материалах в данном случае выполняется по формуле

$$P_i = \sum_{j=1}^n \left(V_{\text{нз.п.}j}^{\text{к.п.}} - V_{\text{нз.п.}j}^{\text{н.п.}} \right) H_{ij}, \quad (13.7)$$

где P_i – плановая потребность в материалах i -го наименования для пополнения задела незавершенного производства; n – общее количество видов продукции, при изготовлении которых используются материалы i -го наименования, и по которым в рассматриваемом периоде планируется изменение остатка незавершенного производства; $V_{\text{нз.п.}j}^{\text{к.п.}}$ – плановый объем незавершенного производства по изделиям j -го вида на конец рассматриваемого периода; $V_{\text{нз.п.}j}^{\text{н.п.}}$ – ожидаемый или фактический остаток незавершенного производства по изделиям j -го вида на начало рассматриваемого периода; H_{ij} – норма расхода материалов i -го наименования на единицу продукции j -го вида.

Потребность в материальных ресурсах для нужд капитального строительства, модернизации производства, НИОКР и так далее определяется на основании заявок ответственных подразделений с учетом запланированного объема работ и их номенклатуры.

Потребность в материалах для ремонтно-эксплуатационных нужд планируется службами механика на основании календарных графиков ремонтных работ (аналогично расчету плановой трудоемкости ремонтов).

3. Планирование источников покрытия потребности в материальных ресурсах. В качестве возможных источников обеспечения

предприятия материальными ресурсами на данном этапе традиционно анализируются:

- остатки материалов на складах предприятия;
- мобилизация внутренних резервов производства;
- внешние закупки.

Плановая величина ожидаемых остатков материалов на начало планового периода определяется по формуле

$$O_{\text{ож}} = O_{\text{ф}} + П_{\text{ож}} - P_{\text{ож}}, \quad (13.8)$$

где $O_{\text{ож}}$ – ожидаемый остаток материалов на начало планового периода; $O_{\text{ф}}$ – фактический остаток материалов на момент выполнения расчетов; $П_{\text{ож}}$ – ожидаемое поступление материалов за период от момента выполнения расчетов до начала планового периода; $P_{\text{ож}}$ – ожидаемый расход материалов за период от момента выполнения расчетов до начала планового периода.

Информация о фактических остатках материальных ресурсов на складах предприятия определяется по данным текущего складского учета (материальные карточки, оборотные ведомости) и уточняется по результатам проводимой инвентаризации складских запасов.

В ожидаемое поступление материальных ресурсов включаются материалы, которые поставщики должны отгрузить по ранее заключенным договорам, материалы, находящиеся в пути, а также остатки неиспользованных внутренних резервов.

Величина ожидаемого расхода материалов определяется теми же методами, что и на втором этапе (см. выше), только в расчете на рассматриваемый отрезок времени между моментом составления плана и моментом начала планового периода.

При планировании возможностей мобилизации внутренних резервов предприятия устанавливается возможность получения материальных ресурсов по следующим направлениям:

- сокращение и использование отходов производства;
- регенерация и вторичное использование материалов;
- вовлечение в производство излишних и сверхнормативных материальных запасов;
- снижение уровня материалоемкости изделий за счет модернизации их конструкции и технологии производства.

Планирование необходимого объема внешних закупок осуществляется остаточным методом с помощью формул следующего вида:

$$Z_i = P_i^{\text{сум}} - O_{\text{ож}_i} - M_{\text{вн}_i}, \quad (13.9)$$

где Z_i – планируемый объем внешних закупок материалов i -го наименования; $P_i^{\text{сум}}$ – суммарная величина планового расхода материалов i -го наименования по основным направлениям их использования; $O_{\text{ож}_i}$ – ожидаемый остаток материалов i -го наименования на начало планового периода; $M_{\text{вн}_i}$ – объем материалов i -го наименования, планируемых к получению (замещению) за счет мобилизации внутренних резервов предприятия.

4. *Составление материальных балансов.* На данном этапе данные о плановой потребности предприятия в материальных ресурсах и данные об основных источниках покрытия такой потребности сводятся вместе в рамках специальных балансовых таблиц.

5. *Спецификация потребности по видам ресурсов и подготовка к закупкам.* На данном этапе производится уточнение потребности в материалах каждого отдельного вида на ближайший промежуток времени и начинается разработка графиков их поставок на предприятие.

13.3. Организация закупок материальных ресурсов

Организация закупок материальных ресурсов у сторонних поставщиков предполагает решение следующего перечня основных задач:

- выбор и оптимизация форм снабжения по основным видам закупаемых ресурсов;
- проведение маркетинга поставщиков и их отбор по видам ресурсов;
- выбор оптимальной транспортно-экспедиционной схемы доставки ресурсов;
- заключение договоров поставки;
- организация приемки доставленных ресурсов на складах предприятия.

Снабжение предприятия материально-техническими ресурсами может быть реализовано по двум основным формам: транзитной и складской.

При *транзитной форме* снабжения ресурсы поступают непосредственно с предприятия-изготовителя крупными партиями, размеры которых называются *транзитными нормами*, или *нормами заказа*. При использовании данной формы снабжения существенно ускоряется поставка ресурсов потребителю, более рационально используются

транспортные средства и снижаются расходы на доставку. Помимо этого при транзитной форме снабжения устанавливается непосредственная связь между поставщиком ресурсов и их потребителем, что повышает ответственность поставщика за объемы, качество, комплектность и сроки поставки, а также ускоряет и упрощает документооборот и расчеты. Основными же недостатками транзитной формы снабжения являются:

- излишнее замораживание оборотных средств предприятия в запасах материалов;
- увеличение расходов, связанных с хранением материальных ресурсов;
- увеличение потребности в складских площадях.

При *складской форме* снабжения предприятия получают материальные ресурсы не непосредственно у их производителей, а с баз и складов снабженческо-сбытовых организаций. Эта форма позволяет избежать возникновения сверхнормативных запасов, требует меньше складских площадей и расходов на хранение ресурсов. Вместе с тем при использовании данной формы снабжения увеличивается удельная стоимость закупаемых ресурсов за счет уплаты наценок посреднических организаций.

В большинстве случаев промышленные предприятия одновременно используют обе формы снабжения. Поэтому для минимизации складских запасов и максимизации оборачиваемости материальных ресурсов предприятия необходимым является решение экономико-математических задач, устанавливающих оптимальные соотношения между формами поставок по номенклатуре закупаемых на стороне ресурсов. Процедура подбора оптимальных поставщиков материальных ресурсов обычно делится на две стадии: стадию поиска поставщиков и стадию их оценки.

Поиск поставщиков предполагает сбор и аналитическую обработку больших объемов рыночной информации с целью выделения всех возможных источников поставок. Основными способами поиска поставщиков являются:

- объявление тендера на осуществление поставок;
- изучение бизнес-справочников и промышленных каталогов;
- поиск рекламных объявлений в СМИ и сети Internet;
- посещение промышленных выставок, ярмарок и т. д.

Оценивание выделенных поставщиков направлено на отбор ограниченного числа наиболее привлекательных для предприятия

контрагентов. Непосредственная процедура оценивания обычно строится на основе метода взвешивания и предполагает реализацию следующих шагов:

1. Формирование комплекса оценочных критериев. Типовыми критериями оценки поставщиков выступают:

- наличие у поставщика необходимых лицензий и сертификатов;
- уровень качества предлагаемых поставщиком ресурсов;
- уровень цен поставщика и требуемые им условия оплаты;
- способность поставщика обеспечить стабильность снабжения (по ассортименту, объемам и срокам поставок);
- удаленность поставщика от предприятия и величина ожидаемых транспортных издержек;
- сроки выполнения поставщиком текущих и срочных заказов;
- величина резервных мощностей поставщика;
- финансовое состояние поставщика;
- прогрессивность применяемых поставщиком систем управления производством и менеджмента качества;
- деловая репутация поставщика.

2. Выбор системы оценок по каждому из критериев и осуществление непосредственных оценочных процедур.

3. Пересчет полученных оценок поставщиков по отдельным критериям в относительную форму с целью обеспечения их сопоставимости.

4. Определение значимости (весов) используемых оценочных критериев для предприятия.

5. Расчет средневзвешенных оценок каждого из поставщиков по всему комплексу выбранных критериев.

6. Ранжирование поставщиков по полученным средневзвешенным оценкам и выбор ограниченного числа наиболее привлекательных вариантов с учетом необходимой степени диверсифицированности поставок.

Выбор оптимальной транспортно-экспедиционной схемы доставки ресурсов от поставщика предполагает принятие решения относительно использования собственного или привлеченного транспорта, а также решения о целесообразности использования услуг сторонних экспедиторских организаций. Основными критериями, учитываемыми при принятии таких решений, являются степень важности ресурсов соответствующего вида для предприятия и величина полных затрат по сравниваемым вариантам доставки.

Заключение договоров поставки ресурсов осуществляется по результатам проведения переговоров с выбранными ранее поставщиками и обеспечивает фиксацию принятых сторонами условий снабжения. Традиционно договора поставки материальных ресурсов имеют следующую структуру:

- Предмет договора (наименование товара, его количество, ассортимент, качественные параметры и комплектность).
- Цена и порядок расчетов.
- Порядок осуществления поставок (периодичность, сроки выполнения заказов и др.).
- Условия транспортировки.
- Требования к таре и упаковке.
- Страхование поставок.
- Ответственность сторон и санкции за несоблюдение условий поставок и расчетов.
- Срок действия договора.
- Иные условия.

Приемка поставленных ресурсов на складах предприятия предполагает их количественную и качественную проверку, оприходование, постановку на учет и размещение на складе.

13.4. Основные методы управления запасами материальных ресурсов

Основной задачей управления материально-производственными запасами (МПЗ) является поддержание этих запасов на таком уровне, который достаточен для обеспечения бесперебойности основного производственного процесса и при этом в минимальной степени замораживает оборотные средства предприятия.

Решение данной задачи предполагает выполнение двух базовых функций:

- 1) выбор оптимальной системы контроля за динамикой материальных запасов;
- 2) разработка оптимального механизма пополнения запасов.

Контроль за динамикой материальных запасов может иметь две формы: периодическую и непрерывную.

В *периодической системе* контрольные оценки объемов хранимых материалов осуществляются через определенные заранее установленные промежутки времени. Использование данной системы по-

зволяет существенно снизить затраты на контроль, а также минимизирует количество информации, анализируемой службами снабжения. Вместе с тем при использовании данной системы контроля возникает риск преждевременного исчерпания запасов, связанный с изменением интенсивности потребления соответствующих ресурсов в период между контрольными замерами. В связи с этим в системах периодического контроля обязательным является создание резервных запасов материальных ресурсов.

В *непрерывной системе* контроля потребность в резервных запасах существенно ниже, поскольку динамика имеющихся запасов в такой системе отслеживается при каждой операции по их (запасов) увеличению или уменьшению. Вместе с тем системы непрерывного контроля являются гораздо более дорогостоящими, поскольку требуют существенно больших затрат на свое содержание по сравнению с периодическими системами.

В связи с тем что различные виды материальных ресурсов имеют для предприятия различную значимость, то использовать для всех видов таких ресурсов какую-либо одну систему контроля нерационально. На практике рассмотренные системы контроля применяются совместно, при этом их распределение по видам хранимых материальных ресурсов осуществляется на основе АВС-анализа (диаграмм Парето).

Разделение материальных ресурсов на группы при АВС-анализе обычно осуществляется по двум критериям: годовая стоимость потребления соответствующих ресурсов и объем их потребления в натуральном выражении.

В соответствии с двумя указанными признаками все используемые предприятием материальные ресурсы делятся на три группы:

- группа А – ресурсы, составляющие до 60 % по стоимости и до 10 % по объему в натуральном выражении;
- группа В – ресурсы, составляющие до 30 % по стоимости и до 30 % по объему в натуральном выражении;
- группа С – ресурсы, составляющие до 10 % по стоимости и до 60 % по объему в натуральном выражении.

На практике границы по стоимости и количеству могут меняться, но в любом случае общий подход группировки материальных ресурсов остается неизменным.

В соответствии с разбиением материальных запасов на классы для них устанавливаются частота и тщательность контроля и учета.

В классе А необходимо часто контролировать количество и расход предметов хранения, чтобы гарантировать должный уровень обслуживания потребителей (непрерывная система контроля). Материалы класса С, наоборот, должны контролироваться не столь строго и тщательно (периодическая система контроля). Выбор системы контроля за материалами группы В зависит от индивидуальных особенностей деятельности предприятия.

Организация пополнения запасов материальных ресурсов может осуществляться на основе нескольких различных систем, для классификации которых традиционно принято использовать два признака: характер изменения интенсивности потребления ресурсов и характер фиксируемых объектов контроля. Основные типы систем управления запасами, выделяемые в соответствии с указанными классификационными признаками, схематично представлены на рис. 13.1.

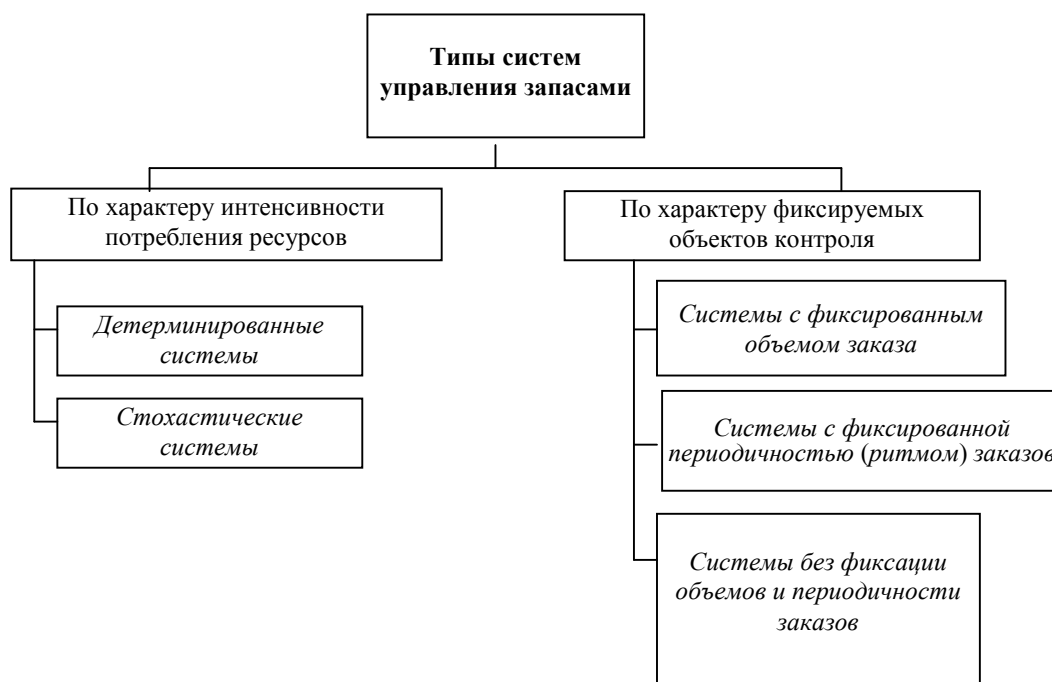


Рис. 13.1. Классификация базовых систем управления материальными запасами

Детерминированные системы управления запасами основаны на том допущении, что интенсивность потребления соответствующего ресурса может с равной вероятностью принимать любые значения в рамках некоего заданного интервала. При этом, в зависимости от используемого подхода к контролю и управлению динамикой запасов, детерминированные системы могут принимать три базовые конфигурации.

Детерминированные системы с фиксированным объемом заказов. В системах данного типа интенсивность потребления ресурса со склада может изменяться, принимая любое значение в интервале $(I_{\min}; I_{\max})$, а время выполнения заказа поставщиком и размеры партии поставки являются фиксированными параметрами.

Циклы поставки ресурса на склад при данной системе управления имеют различную продолжительность вследствие меняющейся интенсивности потребления ресурса производством. В таких системах базовым управляющим параметром является остаточный уровень складского запаса соответствующего вида ресурсов. Тот уровень запаса, при достижении которого поставщику должна быть заказана очередная партия ресурса, называется *точкой заказа*. Величина точки заказа рассчитывается таким образом, чтобы выполнялось следующее базовое требование: склад должен обеспечить бездефицитное снабжение производственных подразделений соответствующим ресурсом в течение всего срока между моментом осуществления заказа и моментом его реального получения от поставщика. Выполнение данного условия возможно лишь в том случае, если в расчетах будет учтен наихудший с точки зрения предприятия вариант развития ситуации, при котором в период выполнения заказа будет иметь место максимально возможная интенсивность потребления ресурса производством:

$$Q_{\text{т.з}} = T_{\text{в.з}} \cdot I_{\max} \quad (13.10)$$

где $Q_{\text{т.з}}$ – величина точки заказа; $T_{\text{в.з}}$ – продолжительность периода выполнения заказа поставщиком; I_{\max} – максимально возможная интенсивность потребления ресурса.

В рамках складского запаса, выраженного точной заказа, принято выделять отдельный объем ресурсов, называемый *резервным запасом*. Он характеризует такой объем складского запаса, который остается на складе к моменту поступления от поставщика очередной партии при средней интенсивности потребления ресурса производством в период выполнения заказа:

$$\begin{aligned} Q_{\text{рез}} &= Q_{\text{т.з}} - T_{\text{в.з}} \cdot I_{\text{ср}} = T_{\text{в.з}} \cdot I_{\max} - T_{\text{в.з}} \frac{(I_{\max} + I_{\min})}{2} = \\ &= T_{\text{в.з}} \frac{(I_{\max} - I_{\min})}{2}, \end{aligned} \quad (13.11)$$

где $Q_{\text{рез}}$ – величина резервного запаса ресурса на складе; I_{\min} – минимально возможная интенсивность потребления ресурса.

Резервный запас предназначен для снабжения производства в том случае, если интенсивность расходования соответствующего ресурса в период выполнения заказа окажется больше нормальной (средней). В противном случае резервный запас ресурса на складе окажется не задействованным.

Важным параметром данной системы управления также является *максимальный складской запас* ресурса, величина которого определяет необходимую для хранения емкость склада. Размер такого максимального запаса рассчитывается по формуле

$$Q_{\max} = Q_{\text{т.з}} - T_{\text{в.з}} \cdot I_{\min} + Z_o = T_{\text{в.з}} (I_{\max} - I_{\min}) + Z_o, \quad (13.12)$$

где Q_{\max} – величина максимального запаса ресурса на складе; Z_o – принятая (оптимальная) величина заказываемой партии ресурса.

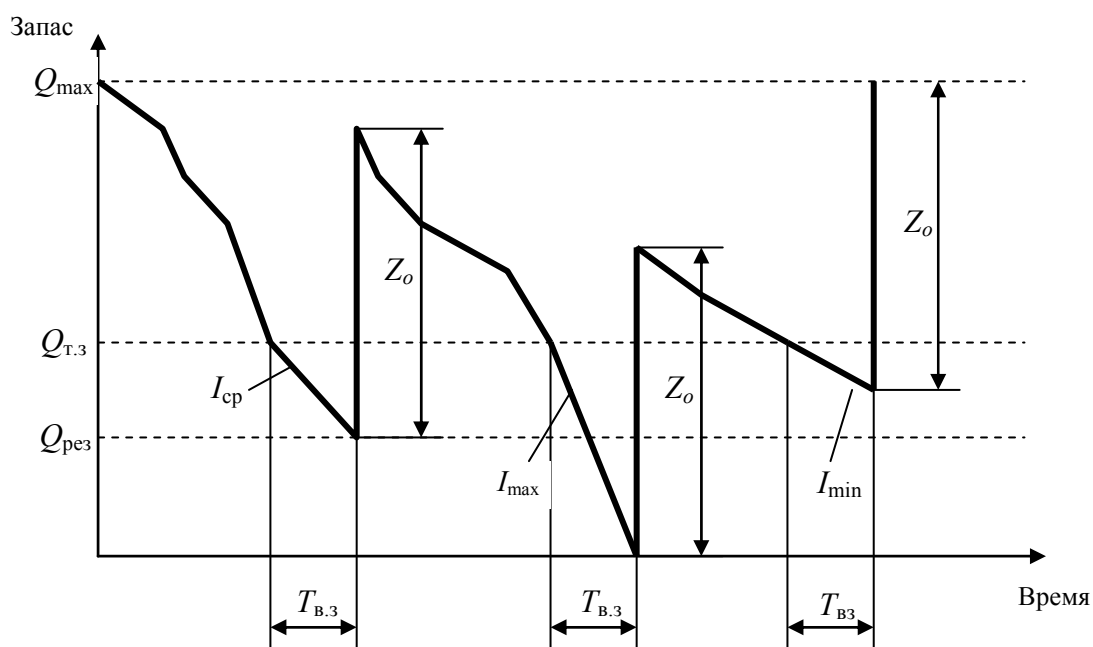


Рис. 13.2. График управления запасами ресурса в системе с фиксированным объемом заказов

Графическая иллюстрация работы рассматриваемой системы управления запасами для трех различных вариантов потребления ресурса производством (нормального, минимально- и максимально-возможного) представлена на рис. 13.2. В целом система управления запасами с фиксированным объемом заказа обладает двумя преимуществами. Во-первых, она позволяет предприятию закупать ресурсы партиями такого размера, который ему экономически наиболее выгоден. Во-вторых, при использовании данной системы не имеет значе-

ния, по какой траектории текущий запас ресурса на складе снижается до уровня точки заказа, а важным является лишь характер расходования ресурса непосредственно в период выполнения заказа. Это означает, что в данной системе управления для обеспечения надежной работы склада резервирование ресурсов необходимо лишь на интервале выполнения заказа, что позволяет минимизировать величину замораживания оборотных средств предприятия.

Основной недостаток систем данного типа состоит в том, что в них очень важно правильно установить срок, когда нужно сделать заказ поставщикам на очередную партию материальных ресурсов. Как следствие этого, такие системы управления запасами требуют использования непрерывных систем контроля, которые являются относительно дорогостоящими. В структуру затрат на хранение включаются такие элементы, как стоимость аренды складских помещений, амортизация собственных складов, затраты на охрану, расходы по поддержанию необходимых условий хранения материалов (температура, влажность и т. д.), издержки старения, порчи, естественной убыли материалов и т. д. Затраты такого типа напрямую зависят от размеров закупаемых партий и прямо им пропорциональны (рис. 13.3).

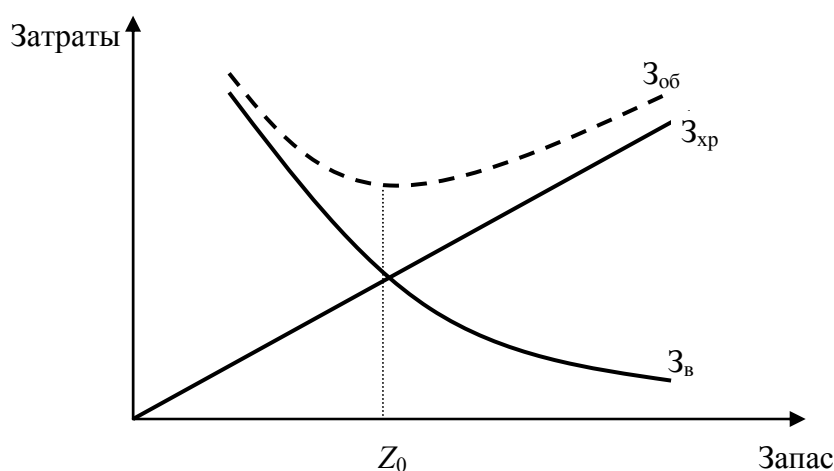


Рис. 13.3. Определение оптимального объема заказа

Затраты на возобновление запасов (выполнения заказа) – это издержки, связанные с заключением необходимых договоров, расходы на транспортировку, затраты на оформление необходимой документации, расходы по оприходованию получаемых материалов. Годовая сумма таких затрат зависит от числа осуществляемых закупок и уменьшается по мере увеличения размера закупаемых партий (рис. 13.3).

Оптимальный (экономичный) объем заказа обеспечивает минимальные затраты предприятия на хранение и выполнение заказа, т.е. определяется точкой пересечения затрат на хранение и затрат на выполнение заказа (рис. 13.3).

Базовой задачей, решаемой при внедрении рассматриваемого типа систем управления запасами, является выбор оптимального размера закупаемой партии. В качестве критерия оптимальности при этом традиционно используется минимум общих годовых затрат предприятия, связанных с хранением закупаемых партий и самой закупкой:

$$Z_{\text{общ}} = (Z_{\text{хр}} + Z_{\text{в}}) \rightarrow \min, \quad (13.13)$$

где $Z_{\text{хр}}$ – затраты на хранение материалов; $Z_{\text{в}}$ – затраты на возобновление запаса (затраты, связанные с закупками).

Годовые затраты на хранение запаса могут быть рассчитаны по формуле

$$Z_{\text{хр}} = Z_{\text{хр}}^{\text{уд}} \cdot Z_{\text{ср}} = Z_{\text{хр}}^{\text{уд}} \frac{Z}{2}, \quad (13.14)$$

где $Z_{\text{хр}}^{\text{уд}}$ – затраты на хранение единицы запаса; $Z_{\text{ср}}$ – средняя величина хранимого запаса; Z – объем заказываемой партии.

С уменьшением величины заказа затраты на хранение также уменьшаются, поскольку сокращается средняя величина запаса.

Годовые затраты на возобновление запаса определяются по формуле

$$Z_{\text{в}} = Z_{\text{в}}^{\text{уд}} \cdot n_3 = Z_{\text{в}}^{\text{уд}} \cdot \frac{N}{Z}, \quad (13.15)$$

где $Z_{\text{в}}^{\text{уд}}$ – затраты на выполнение одного заказа; n_3 – количество заказов за год; N – годовая потребность в ресурсе.

Затраты на выполнение одного заказа практически не зависят от его объема. В связи с этим годовая стоимость выполнения заказов будет уменьшаться по мере увеличения объема одного заказа.

Таким образом, общая величина затрат на хранение запасов и их возобновление может быть выражена формулой

$$Z_{\text{общ}} = Z_{\text{хр}}^{\text{уд}} \frac{Z}{2} + Z_{\text{в}}^{\text{уд}} \frac{N}{Z}. \quad (13.16)$$

Экономически оптимальный объем заказа определяется путем нахождения экстремума функции типа (13.16):

$$Z'_{\text{общ}} = \frac{3_{\text{xp}}^{\text{уд}}}{2} - 3_{\text{в}}^{\text{уд}} \frac{N}{Z^2} = 0. \quad (13.17)$$

Отсюда

$$Z_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot N \cdot 3_{\text{в}}^{\text{уд}}}{3_{\text{xp}}^{\text{уд}}}}. \quad (13.18)$$

Рассчитанная таким образом величина оптимального размера партии показывает, в каком объеме предприятию следует заказывать ресурсы рассматриваемого вида при каждой очередной закупке.

Детерминированные системы с фиксированной периодичностью заказов. В системах данного типа параметры интенсивности использования ресурсов (I_{min} ; I_{max}) и время выполнения заказа поставщиком заданы, а вместо объема заказа по договору с поставщиком зафиксирована периодичность (ритм) поставок. В таких системах управляющим параметром является время, т. е. заказ и получение очередных партий происходят через строго определенные промежутки времени партиями различного размера. Величина максимального складского запаса ресурса в рамках данной системы управления устанавливается из расчета того, что в период между очередными поставками (зафиксированный параметр) склад должен бесперебойно обеспечивать производственные подразделения даже в условиях максимально возможной интенсивности потребления ресурса:

$$Q_{\text{max}} = T_{\text{м.п}} \cdot I_{\text{max}}, \quad (13.19)$$

где $T_{\text{м.п}}$ – принятый период между поставками партий ресурса.

В момент осуществления очередного заказа фиксируется текущий остаток ресурса на складе, а также средняя интенсивность потребления ресурса. На основе этих значений проводится расчет величины очередной партии, получение которой позволит предприятию пополнить имеющийся запас до максимального уровня:

$$Z_{\text{пост}}^{\text{ср}} = Q_{\text{max}} - Q_{\text{тек}} + T_{\text{в.з}} \cdot I_{\text{ср}}, \quad (13.20)$$

где $Z_{\text{пост}}^{\text{ср}}$ – средняя расчетная величина очередной партии поставки ресурса; $Q_{\text{тек}}$ – текущий остаток ресурса на складе на момент осуществления заказа; $I_{\text{ср}}$ – средняя интенсивность потребления ресурса.

В общем случае в рассматриваемой системе управления запасами размер закупаемой партии ресурса является переменной величиной, границы колебания которой определяются зависимостями:

$$Z_{\text{пост}}^{\max} = Q_{\text{max}} = T_{\text{м.п}} \cdot I_{\text{max}}, \quad (13.21)$$

$$Z_{\text{пост}}^{\min} = T_{\text{м.п}} \cdot I_{\text{min}}. \quad (13.22)$$

Резервный запас ресурса в рассматриваемой системе управления определяется исходя из того требования, что его величины должно хватить на весь период между очередными поставками в случае, если интенсивность потребления ресурса производством будет систематически превышать нормальный (средний) уровень. Размер такого резервного ресурса определяется по формуле

$$Q_{\text{рез}} = Q_{\text{max}} - T_{\text{м.п}} \cdot I_{\text{ср}} = T_{\text{м.п}} \cdot I_{\text{max}} - T_{\text{м.п}} \cdot I_{\text{ср}} = T_{\text{м.п}} (I_{\text{max}} - I_{\text{ср}}). \quad (13.23)$$

Графическая иллюстрация работы рассматриваемой системы управления запасами для трех различных вариантов потребления ресурса производством (нормального, минимально- и максимально-возможного) представлена на рис. 13.4.

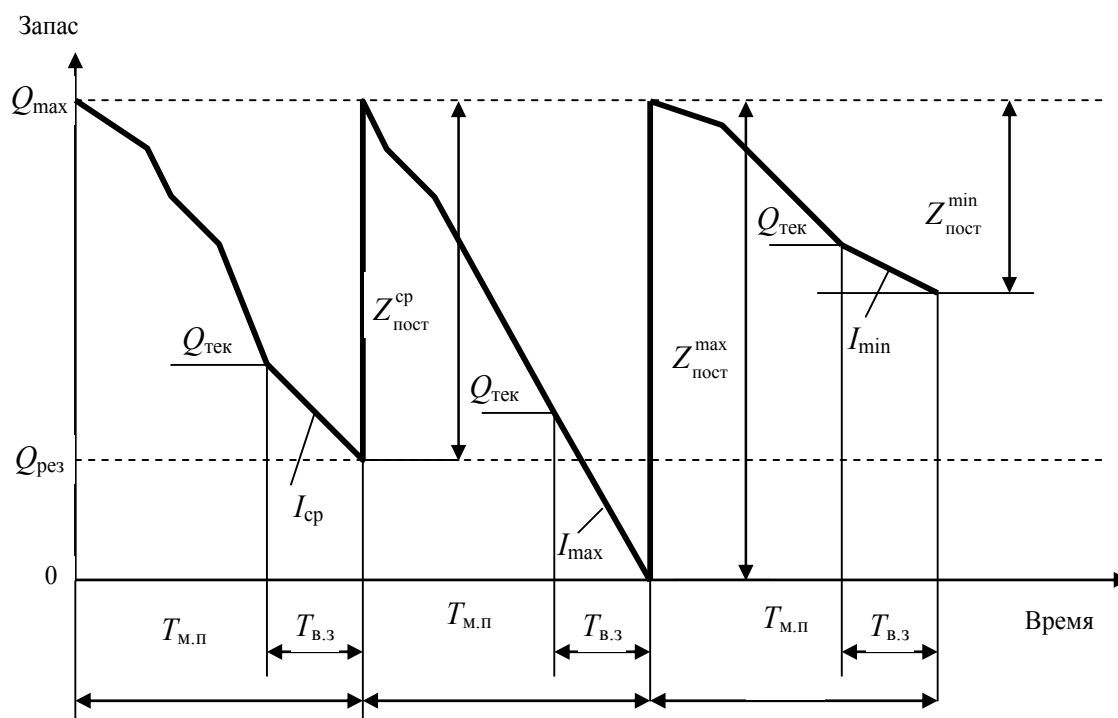


Рис. 13.4. График управления запасами ресурса в системе с фиксированной периодичностью заказов

В большинстве случаев система с фиксированной периодичностью заказов является менее эффективной по сравнению с системой с фиксированным объемом заказов, поскольку имеет два существенных недостатка.

Во-первых, данная система не дает предприятию возможности работать с партиями оптимального размера и, следовательно, требует от предприятия более высоких годовых расходов, связанных со снабжением.

Во-вторых, поскольку при данной системе закупки не могут быть осуществлены ранее установленного срока, то увеличивается риск преждевременного исчерпания запасов, что, в свою очередь, требует дополнительного резервирования ресурсов. В системах рассматриваемого типа, в отличие от систем с фиксированным объемом заказа, резервный запас создается не только на срок выполнения заказа, но и на весь остальной период между заказами.

Вместе с тем в ряде случаев система с фиксированной периодичностью заказов оказывается достаточно эффективной. Основными условиями этого являются:

- возможность группировать несколько различных заказов в стандартных интервалах времени для минимизации транспортных издержек;
- ограниченный перечень поставщиков или тесная связь предприятия с отдельными из них.

Помимо этого в системах с фиксированной периодичностью заказов не требуется тщательного контроля за остатками запаса ресурсов, что позволяет использовать менее дорогие системы периодического контроля.

Детерминированные системы без фиксации объемов и периодичности заказов. В системах данного типа параметры интенсивности использования ресурсов (I_{\min} ; I_{\max}) и время выполнения заказа поставщиком заданы, однако размеры заказываемых партий ресурсов и периодичность их закупки не зафиксированы. В таких системах, равно как и в системах с фиксированным объемом заказа, основным управляющим параметром является остаток запасов на складе, а базовыми контрольными точками управления являются резервный запас и точка заказа. Как и в системах с фиксированной периодичностью заказа, в системах рассматриваемого типа покупаемые партии ресурсов должны увеличивать имеющийся складской запас до максимального уровня (Q_{\max}), величина которого в данном случае определяется по фактически имею-

щейся емкости склада или на основе ретроспективного опыта. Величина точки заказа и объем резервного запаса в рассматриваемых системах рассчитываются по тем же правилам, что и в системах с фиксированным объемом заказа:

$$Q_{т.з} = T_{в.з} \cdot I_{\max} ; \quad (13.24)$$

$$Q_{рез} = Q_{т.з} - T_{в.з} \cdot I_{ср} = T_{в.з} \frac{(I_{\max} - I_{\min})}{2}. \quad (13.25)$$

При наступлении точки заказа в системах рассматриваемого типа проводится расчет необходимого размера партии, средняя величина которого определяется по формуле

$$Z_{пост}^{ср} = Q_{\max} - Q_{т.з} + T_{в.з} \cdot I_{ср}. \quad (13.26)$$

Фактический размер закупаемой партии ресурса также, как и в системах с фиксированной периодичностью заказов, является переменной величиной, границы колебания которой определяются зависимостями:

$$Z_{пост}^{\max} = Q_{\max} - Q_{т.з} + T_{в.з} \cdot I_{ср}^{\max} = Q_{\max} ; \quad (13.27)$$

$$Z_{пост}^{\min} = Q_{\max} - Q_{т.з} + T_{в.з} \cdot I_{ср}^{\min}. \quad (13.28)$$

Графическая иллюстрация работы рассматриваемой системы управления запасами для трех различных вариантов потребления ресурса производством (нормального, минимально- и максимально-возможного) представлена на рис. 13.5.

В системах рассматриваемого типа параметр Q_{\max} является заранее заданным. В связи с этим при заключении договоров с поставщиками под обязательным контролем менеджеров склада должно находиться выполнение условия:

$$T_{в.з} \leq \frac{Q_{\max}}{I_{\max}}. \quad (13.29)$$

Помимо этого в договоре с поставщиком также должны оговариваться ограничения на максимальный и минимальный размеры закупаемых партий.

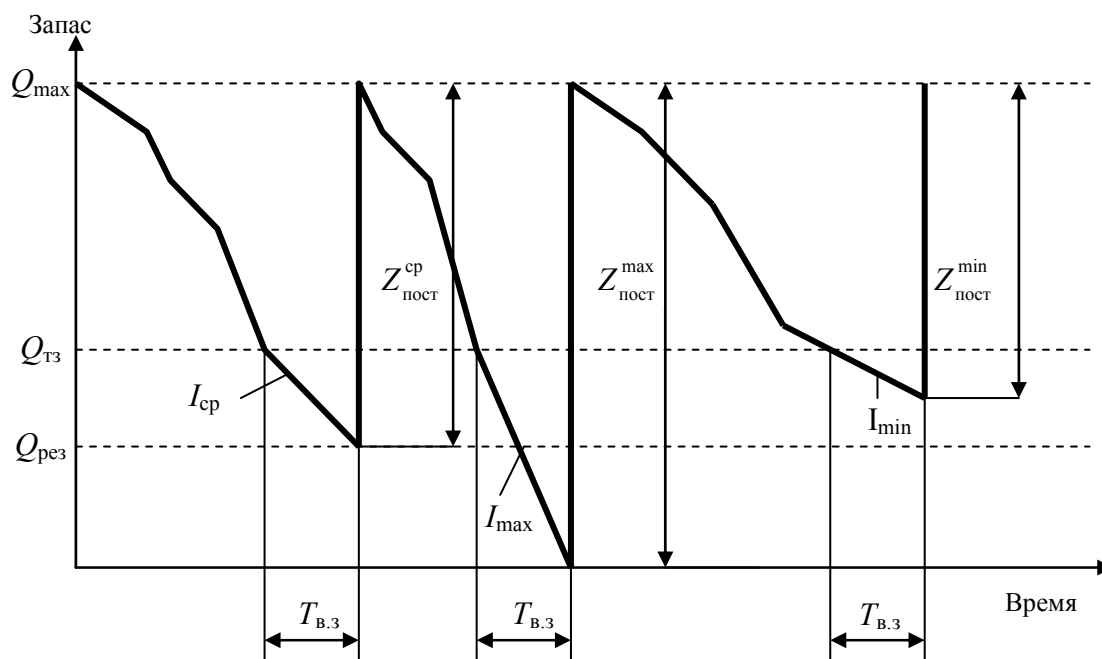


Рис. 13.5. График управления запасами ресурса в комбинированной системе

В целом комбинированные системы управления запасами являются наиболее гибкими и ввиду своей простоты, наглядности и минимального числа фиксируемых в договоре параметров наиболее распространены на практике.

Стохастические (вероятностные) системы управления запасами предполагают, что интенсивность потребления соответствующего вида материальных ресурсов – это случайная величина, распределение которой может быть описано тем или иным статистическим законом (как правило, законом нормального распределения). Системы данного типа также базируются на трех основных подходах к управлению запасами (с фиксацией объемов заказа, с фиксацией периодичности заказов и без фиксации объемов и периодичности), однако являются более гибкими, чем детерминированные системы, и позволяют более точно учесть реальные особенности производственного потребления материальных ресурсов. В таких системах существенно изменен один из важнейших принципов управления запасами: если в детерминированных системах дефицит ресурсов на складе полностью исключается, то в стохастических – его возникновение допускается с некоторой вероятностью. При этом в стохастических системах вводится новый параметр управления – вероятность бездефицитной работы, величина которого напрямую зависит от размеров создаваемых резервных запасов, которые, однако, неизбежно замораживают часть оборотных средств

предприятия. Таким образом, применение стохастических систем управления запасами позволяет помимо прочего решать задачи, связанные с нахождением оптимума между риском возникновения дефицита ресурсов и негативными последствиями чрезмерного увеличения их складских запасов. Использование стохастических систем управления запасами основано на применении достаточно сложного математического аппарата, в частности, методов теории вероятностей и математической статистики.

13.5. Организация оперативного снабжения подразделений материальными ресурсами

Организация снабжения цехов предприятия материальными ресурсами предполагает выполнение пяти основных функций:

- планирование потребности цехов в сырье и материалах на предстоящий период;
- лимитирование отпуска ресурсов цехам;
- подготовка материалов к производственному использованию;
- организация отпуска ресурсов цехам;
- организация доставки ресурсов в цеха-потребители.

Планирование потребности цехов предприятия в основных материалах осуществляется плановым бюро отдела материально-технического снабжения. Расчет потребности во вспомогательных материалах на практике обычно осуществляется непосредственно цехами-потребителями. Непосредственная процедура планирования предполагает:

- установление номенклатуры необходимых ресурсов для каждого из цехов;
- определение планового расхода ресурсов основными и вспомогательными подразделениями цеха за рассматриваемый промежуток времени;
- установление величины страхового запаса ресурса для цеха;
- расчет величины ожидаемых остатков ресурса в цехе на начало планового периода;
- установление дополнительной потребности в сырье и материалах для пополнения задела незавершенного производства в цехе.

Номенклатура необходимых цеху ресурсов определяется исходя из его технологической специализации с учетом той части плановой производственной программы, выполнение которой закреплено за данным цехом.

Плановый расход ресурсов в цехе на предстоящий период, величина ожидаемых остатков ресурсов и потребность в ресурсах для пополнения задела незавершенного производства цеха рассчитываются теми же методами, что и по предприятию в целом (см. § 13.2 данной темы). При этом в расчетах учитываются только те операции и только та часть производственной программы, которые подлежат выполнению в отдельном рассматриваемом подразделении.

Потребность цеха в сырье и материалах для создания цехового страхового запаса определяется исходя из среднесуточного потребления соответствующего ресурса цехом и нормативной продолжительности страхового периода.

После завершения планирования потребности цехов в сырье и материалах реализуется процедура лимитирования отпуска ресурсов в эти цеха. **Лимитирование** представляет собой систему планового ограничения отпуска материалов в производство в соответствии с обоснованной плановой потребностью цехов в материалах. Оно играет важную роль в экономике предприятий, поскольку повышает ответственность цехов за рациональное использование материальных ресурсов и ответственность служб снабжения за своевременное комплектное обеспечение производства материалами. Помимо этого лимитирование способствует упорядочению работы складского хозяйства по подготовке материалов и их отпуску в производство, облегчает процедуры контроля за использованием материалов в цехах.

Лимит представляет собой максимальное количество материалов конкретного вида, которое должно быть отпущено со склада снабжения цеху или участку на определенный период для выполнения установленной производственной программы. Лимиты отпуска материалов разрабатываются службами МТО с учетом следующих базовых требований:

- полное соответствие лимита действительной потребности цехов в материалах соответствующего вида;
- расчет лимита на основе прогрессивных норм расхода материала и норм цеховых запасов;
- целевой характер лимита, т. е. его привязка к конкретным производственным планам и заданиям.

Величина устанавливаемого для каждого из цехов лимита отпуска материалов определяется по формуле

$$L_{ц} = P_{пл}^{ц} + Z_{стр}^{ц} \pm P_{нз.п}^{ц} - O_{расч}^{ц}, \quad (13.30)$$

где $L_{ц}$ – величина цехового лимита по рассматриваемому виду ресурсов; $P_{пл}^{ц}$ – плановый расход ресурса цехом для выполнения производственной программы; $Z_{стр}^{ц}$ – потребность цеха в ресурсе для формирования страхового запаса; $P_{нз.п}^{ц}$ – количество ресурса, связанное с изменением задела незавершенного производства в цехе; $O_{расч}^{ц}$ – расчетная величина ожидаемого остатка ресурса в цехе на начало планового периода.

Обычно лимиты отпуска материалов цехам рассчитываются в натуральном выражении на месяц или квартал с разбивкой по месяцам. Расчет лимита в стоимостном выражении проводится только для малоценных предметов (канцелярские принадлежности и т. п.). Установленный лимит отпуска материалов доводится службой снабжения до сведения цехов-потребителей за несколько дней до начала планового периода.

Подготовка материалов к производственному использованию цехами является одной из важных функций материально-технического снабжения, поскольку позволяет существенно повысить степень полезного использования материальных ресурсов, снизить объемы отходов производства и сократить длительность производственного цикла. Характер подготовительных операций различен и зависит от физико-химических свойств сырья и материалов, способа их использования и других факторов. Типовыми подготовительными операциями являются, в частности, централизованный раскрой материалов, сортировка, дозировка, комплектование, сушка и т. п.

Подготовка материалов к производственному потреблению может осуществляться централизованным и децентрализованным способами. *Централизованная подготовка* осуществляется непосредственно на снабженческих складах или в специальных заготовительных цехах, подчиненных отделу снабжения. *Децентрализованная подготовка* материалов осуществляется собственными силами цехов потребителей на специально создаваемых в таких цехах заготовительных участках.

Традиционно централизованная форма подготовки материалов считается более эффективной, поскольку позволяет улучшить использование производственных площадей основных цехов, не отвлекает рабочих от выполнения основных технологических операций, повышает эффективность использования внутризаводского транспорта и облегча-

ет сбор отходов, так как они образуются в одном месте. Вместе с тем централизованная форма подготовки материалов требует создания специализированных заготовительных подразделений (цехов), что часто является экономически нерациональным. В связи с этим выбор оптимального способа выполнения заготовительных операций должен осуществляться с учетом индивидуальных особенностей предприятия и опираться на расчет приведенных затрат по сравниваемым вариантам.

Отпуск материалов в цеха в зависимости от конкретных условий производства может осуществляться по различным документам, основными из которых являются:

- разовые требования;
- лимитные карты;
- групповые лимитные ведомости;
- материальные план-карты;
- лимитно-заборные карты;
- комплектовочные ведомости.

Разовые требования применяются для оформления отпуска материалов на небольших предприятиях, а также на крупных предприятиях при выдаче различных вспомогательных материалов и материалов, идущих на ремонтно-эксплуатационные нужды. Требования выписываются цехом-потребителем в двух экземплярах. В них указывается характеристика необходимого материала, его получатель и целевое направление использования. Разовые требования подписываются начальником цеха или его заместителем и направляются в отдел снабжения для получения разрешения на отпуск материала со склада. Ответственное лицо службы снабжения визирует требования, если они соответствуют установленному лимиту цеха и необходимый материал имеется на складе, после чего представитель цеха может получить необходимый материал. Разовые требования на материалы могут быть однопозиционными и многопозиционными. Однопозиционные требования выписываются на каждый материал в отдельности. Многопозиционные требования применяются для одновременного получения со склада нескольких видов материалов и их применение значительно сокращает документооборот. В целом оформление отпуска материалов по системе разовых требований является достаточно трудоемким и отнимает у работников цехов и служб снабжения много времени. В связи с этим разовые требования целесообразно применять только в тех случаях, когда потребность в тех или иных материалах возникает редко и имеет нерегулярный характер.

Лимитные карты являются более рациональной формой документального обеспечения отпуска материалов в цеха. Они широко применяются в условиях серийного производства, когда материалы потребляются цехами постоянно в течение планового периода. Лимитные карты выписываются на плановый период в двух экземплярах (складу и цеху-получателю) и по ним представитель цеха может получать необходимый вид материалов без специального разрешения службы снабжения. Выдача материалов со склада прекращается в том случае, если плановый лимит отпуска оказывается исчерпан, либо истек срок действия карты (даже при не до конца использованном лимите). Дальнейший отпуск материалов цеху может осуществляться только по системе разовых требований с разрешения начальника производства. Применение лимитных карт позволяет существенно сократить документооборот и повышает оперативность процедур отпуска материалов цехам. Вместе с тем использование лимитных карт не дает службе МТО возможности регулировать отпуск материалов в течение срока действия карты, следствием чего является ослабление контроля службы снабжения за расходом материалов цехами в течение планового периода.

Групповые лимитные ведомости сходны с лимитными картами, однако выписываются не на каждый материал в отдельности, а на группу однородных материалов, необходимых цеху. Такие ведомости оформляются в двух экземплярах с теми же реквизитами, что и лимитные карты. Отпуск материалов по таким ведомостям оформляется разовыми требованиями в пределах установленного цеху лимита, которые, однако, не визируются отделом снабжения. В такой системе групповые лимитные ведомости являются оперативными документами отпуска материалов, а разовые требования являются бухгалтерскими документами и выполняют в основном учетные функции.

Материальные план-карты применяются для подачи материалов в цеха на предприятиях с крупносерийным или поточно-массовым производством. В таких картах, кроме общего лимита отпуска материалов, также указываются сроки выдачи материалов цехам в соответствии с технологическим режимом производства. План-карты используются при централизованной подаче материалов цехам со складов МТС, осуществляемой по заранее разработанному графику. Поскольку план-карты не являются бухгалтерскими учетными документами, каждая процедура отпуска материалов по таким картам дополнительно оформляется специальной накладной, выписываемой

складом, в которой указывается наименование материала, его количество, стоимость и целевое назначение.

Лимитно-заборные карты применяются для оформления отпуска вспомогательных материалов, по которым отсутствуют нормы расхода. В таких картах указывается наименование материала и его примерное количество, разрешаемое к отпуску цехам в плановом периоде.

Комплектовочные ведомости используются в том случае, если по условиям производства подача материалов в цеха должна осуществляться заранее сформированными комплектами. В таких ведомостях указываются структура соответствующего комплекта материалов и установленный лимит отпуска таких комплектов для цеха.

Выдача материалов должна проводиться материально-ответственным работникам цехов только после количественной и качественной приемки материалов по оформленным надлежащим образом документам. Если лимит отпуска материалов цеху оказывается исчерпан до окончания планового периода, на который он был установлен, то дальнейший отпуск материалов соответствующему цеху приостанавливается. Сверхлимитный отпуск материалов производится только по специальным письменным требованиям, которые подписываются начальником производства и в которых указывается целевое назначение материала и причины возникшего перерасхода.

В ряде случаев при отпуске материалов цехам возникает необходимость в замене одного вида материалов другим. Такая замена оформляется специальными актами, в которых указывается содержание замены, приводится расчет затрат на замену, выявляется ожидаемая экономия или перерасход материалов по количеству и стоимости. Такие расчеты позволяют выбрать наиболее экономичный вариант замены материалов. Составленные акты согласовываются со всеми заинтересованными службами предприятия и утверждаются начальником производства. На основе оформленных актов заведующий складом корректирует установленный лимит выдачи заменяемого материала в лимитной карте соответствующего цеха-потребителя.

Доставка материалов в цеха-потребители может осуществляться по двум схемам: активной (централизованной) и пассивной (децентрализованной).

При *активной схеме* снабженческие склады по заранее составленному графику сами доставляют материалы в цеха в необходимом количестве. Такой способ доставки ресурсов позволяет применять

прогрессивные методы выполнения складских операций, повышает эффективность использования транспортных средств, способствует механизации транспортно-складских работ. Применение активной системы доставки также освобождает работников производственных цехов от несвойственных им функций снабжения и дает возможность уделять больше внимания оперативной работе по управлению основным производственным процессом. Разновидностью активной системы доставки является транзитная подача материалов, при которой поступающие на предприятие материальные ресурсы завозятся непосредственно в цеха, минуя снабженческие склады. Такая форма доставки применяется только в том случае, если материалы готовы к производственному применению и поступают в больших количествах. Кроме этого при транзитной форме доставки материалов существенно повышаются требования к поставщикам по качеству, комплектности и ритмичности поставок. Обычно активная схема доставки материалов в цеха применяется в условиях серийного и массового производства, характеризующихся относительной стабильностью производственного процесса и связанных с ним материальных потоков.

При *пассивной системе* доставки каждый из производственных цехов самостоятельно организует завоз материалов со склада, т. е. самостоятельно заказывает транспорт в транспортной службе предприятия, своими силами осуществляет погрузочно-разгрузочные и транспортные операции. При таком способе доставки материалов склады не могут заблаговременно подготовить материалы к отпуску, что приводит к неравномерности использования парка транспортных средств и рабочей силы. Кроме того, при таком способе доставки движение транспортных средств по территории предприятия осуществляется без учета экономически наиболее рациональных маршрутов перевозки, что также снижает экономические показатели работы транспортного хозяйства. Вместе с тем применение пассивной системы завоза материалов гарантирует поступление необходимого цеху количества материалов в нужные сроки. Такая система доставки обычно используется в мелкосерийном производстве при частом изменении номенклатуры, объемов и сроков потребления материалов цехами.

13.6. Показатели эффективности системы материально-технического обеспечения

Для оценки работы служб МТО предприятий принято использовать комплекс технико-экономических показателей, общая совокупность которых может быть разделена на следующие структурные блоки:

I. Показатели эффективности использования материальных ресурсов:

- 1) уровень и темпы динамики материалоемкости и материалоотдачи производства;
- 2) величина и темпы динамики доли материальных затрат в себестоимости конечной продукции;
- 3) коэффициент соотношения темпов роста объемов производства и уровня материальных затрат;
- 4) коэффициент соотношения фактической и плановой суммы материальных затрат;
- 5) доля потребленных материальных ресурсов, уходящих в отходы производства.

II. Собственные показатели эффективности работы снабженческих служб:

- 1) величина и темпы динамики доли снабженческих расходов в общем объеме затрат;
- 2) относительная стоимость закупаемых предприятием материальных ресурсов (в соотношении с их среднерыночной стоимостью);
- 3) степень диверсифицированности поставок основных видов ресурсов. Диверсифицированность поставок определяется по всем основным номенклатурным позициям потребляемых ресурсов и может быть оценена либо средним числом поставщиков каждого из таких ресурсов, либо коэффициентом зависимости от основного поставщика:

$$K_3^{\text{общ}} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{3_i}}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\Pi_{\text{о.п}_i}}{\Pi_{\text{общ}_i}} \right)}{n}, \quad (13.31)$$

где $K_3^{\text{общ}}$ – общий коэффициент зависимости от основных поставщиков; n – общее количество основных видов закупаемых материальных ресурсов; K_{3_i} – коэффициент зависимости от основного поставщика ре-

сурсов i -го вида; $П_{о.п_i}$ – объем закупок ресурсов i -го вида у их основного поставщика; $П_{общ_i}$ – общий объем закупок ресурсов i -го вида;

4) коэффициент обеспеченности материальных потребностей производства договорами на поставку:

$$K_{д}^{об} = \frac{П_{д}}{П_{общ}}, \quad (13.32)$$

где $K_{д}^{об}$ – коэффициент обеспеченности материальных потребностей производства договорами на поставку; $П_{д}$ – общий объем ресурсов, по которым на момент выполнения расчета заключены договора на поставку; $П_{общ}$ – общий объем ресурсов, подлежащих закупке у сторонних поставщиков;

5) внутренняя структура снабженческих затрат (удельный вес затрат на транспортно-экспедиторские операции, затрат на содержание снабженческого аппарата, расходов на содержание и обслуживание материальных складов, расходов на заключение договоров и т. п. в общем объеме расходов снабженческих служб);

6) величина и темпы динамики доли используемых в производстве вторичных ресурсов;

7) величина и темпы динамики доли потребности в материальных ресурсах, покрываемой за счет мобилизации внутренних резервов предприятия.

III. Показатели эффективности управления материальными запасами:

1) величина и темпы динамики доли оборотных средств предприятия, связанных в складских запасах материальных ресурсов;

2) величина и темпы динамики доли затрат на хранение материальных ресурсов в общем объеме затрат;

3) коэффициент оборачиваемости складских запасов материальных ресурсов – характеризует число оборотов средств, вложенных в материальные запасы, в единицу времени (год, месяц и т. п.) и рассчитывается по формуле

$$K_{з}^{об} = \frac{P_{общ}}{Q_{ср}}, \quad (13.33)$$

где $K_{з}^{об}$ – коэффициент оборачиваемости складских запасов материальных ресурсов; $P_{общ}$ – общий расход ресурсов рассматриваемого

вида за анализируемый период (год, месяц и т. д.); $Q_{\text{ср}}$ – средняя величина запаса ресурсов рассматриваемого вида на складах предприятия;

4) средняя скорость одного оборота складских запасов материальных ресурсов – характеризует продолжительность временного периода, в течение которого средства, вложенные в материальные запасы, совершают один полный оборот:

$$D_3^{\text{об}} = \frac{D_{\text{общ}}}{K_3^{\text{об}}}, \quad (13.34)$$

где $D_3^{\text{об}}$ – скорость одного оборота складских запасов материальных ресурсов; $D_{\text{общ}}$ – общее число дней в рассматриваемом периоде (для годового расчета – 360); $K_3^{\text{об}}$ – коэффициент оборачиваемости складских запасов материальных ресурсов, рассчитанный для рассматриваемого временного периода;

5) коэффициент использования материальных запасов – характеризует степень вовлечения запасов ресурсов в непосредственную производственную деятельность и рассчитывается по формуле

$$K_{\text{м.з}}^{\text{и}} = \frac{Q_{\text{об}}}{Q_{\text{max}}} = \frac{Q_{\text{max}} - Q_{\text{рез}}}{Q_{\text{max}}}, \quad (13.35)$$

где $K_{\text{м.з}}^{\text{и}}$ – коэффициент использования материальных запасов; $Q_{\text{об}}$ – величина оборотного (текущего) запаса материальных ресурсов на складе; Q_{max} – величина максимального запаса материальных ресурсов на складе; $Q_{\text{рез}}$ – величина резервного (страхового) запаса материальных ресурсов на складе.

IV. Показатели контроля за поставками (показатели оптимальности выбора поставщиков):

1) коэффициент ритмичности поставок – характеризует равномерность поставок ресурсов в соответствии с заранее установленным графиком и определяется по формуле

$$K_{\text{п}}^{\text{р}} = \frac{\sum_{j=1}^m \Pi_{\phi_j}}{\sum_{j=1}^m \Pi_{\text{пл}_j}}, \quad (13.36)$$

где K_{Π}^P – коэффициент ритмичности поставок; m – общее количество учитываемых временных периодов; Π_{Φ_j} – фактический объем поставок ресурса в j -м временном периоде; Π_{Π_j} – плановый объем поставок ресурса в j -м временном периоде;

2) коэффициент синхронности поставок – выражает степень одновременности поступления на предприятия необходимых ему материальных ресурсов различных видов и рассчитывается по формуле

$$K_{\Pi}^c = \frac{D_{\min}^{\text{ВП}}}{D_{\max}^{\text{ВП}}}, \quad (13.37)$$

где K_{Π}^c – коэффициент синхронности поставок; $D_{\min}^{\text{ВП}}$ – наименьший процент выполнения графика поставок по номенклатуре закупаемых ресурсов; $D_{\max}^{\text{ВП}}$ – наибольший процент выполнения графика поставок по номенклатуре закупаемых ресурсов;

3) коэффициент выполнения договоров по объемам поставок:

$$K_{\text{о.п}}^{\text{ВД}} = \frac{\Pi_{\Phi}}{\Pi_{\Pi}}, \quad (13.38)$$

где $K_{\text{о.п}}^{\text{ВД}}$ – коэффициент выполнения договоров по объемам поставок; Π_{Φ} – фактический объем поставленных ресурсов; Π_{Π} – плановый объем поставки ресурсов;

4) коэффициент выполнения договоров по ассортименту поставок:

$$K_{\text{а.п}}^{\text{ВД}} = \frac{\Pi_{\Phi}^{\text{за}}}{\Pi_{\Pi}}, \quad (13.39)$$

где $K_{\text{а.п}}^{\text{ВД}}$ – коэффициент выполнения договоров по ассортименту поставок; $\Pi_{\Phi}^{\text{за}}$ – фактический объем поставленных ресурсов, засчитанный в выполнение плана по ассортименту (фактический объем поставки, но не выше планового объема); Π_{Π} – плановый объем поставки ресурсов;

5) коэффициент выполнения договоров по комплектности поставок:

$$K_{к.п}^{в.д} = \frac{П_{\phi} - П_{\phi}^{нк}}{П_{пл}}, \quad (13.40)$$

где $K_{к.п}^{в.д}$ – коэффициент выполнения договоров по комплектности поставок; $П_{\phi}$ – общий фактический объем поставленных ресурсов; $П_{\phi}^{нк}$ – фактический объем поставленных некомплектных ресурсов; $П_{пл}$ – плановый объем поставки ресурсов;

6) коэффициент выполнения договоров по срокам поставок:

$$K_{с.п}^{в.д} = \frac{П_{\phi}^{зс}}{П_{пл}}, \quad (13.41)$$

где $K_{с.п}^{в.д}$ – коэффициент выполнения договоров по срокам поставок; $П_{\phi}^{зс}$ – фактический объем ресурсов, поставленных в установленные договором сроки; $П_{пл}$ – плановый объем поставки ресурсов;

7) коэффициент выполнения договоров по качеству поставок:

$$K_{кач.п}^{в.д} = \frac{П_{\phi} - П_{\phi}^{бр}}{П_{пл}}, \quad (13.42)$$

где $K_{кач.п}^{в.д}$ – коэффициент выполнения договоров по качеству поставок; $П_{\phi}$ – общий фактический объем поставленных ресурсов; $П_{\phi}^{бр}$ – фактический объем поставленных ресурсов, забракованных в ходе приемочного контроля; $П_{пл}$ – плановый объем поставки ресурсов;

8) комплексный коэффициент выполнения договоров поставок – обобщенно характеризует выполнение графика поставок ресурсов и рассчитывается путем интеграции частных коэффициентов выполнения договоров:

$$K_{компл}^{в.д} = K_{оп}^{в.д} \cdot K_{ап}^{в.д} \cdot K_{кп}^{в.д} \cdot K_{сп}^{в.д} \cdot K_{кач.п}^{в.д}. \quad (13.43)$$

ТЕМА 14. ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ СКЛАДСКИМ ХОЗЯЙСТВОМ ПРЕДПРИЯТИЯ

- Структура и задачи складского хозяйства.
 - Организация выполнения складских операций.
 - Нормативные расчеты потребности в складских площадях.
-

14.1. Структура и задачи складского хозяйства

Складское хозяйство является важной частью производственной инфраструктуры любого предприятия, поскольку качеством своей работы оказывает непосредственное влияние на бесперебойность и равномерность хода основных производственных процессов. Подавляющее большинство материальных ценностей предприятий попадают в производственные подразделения через склады, в силу чего последние занимают значительную часть заводской территории.

В число основных задач складского хозяйства предприятия входят:

- организация постоянного и бесперебойного снабжения производства соответствующими материальными ресурсами;
- обеспечение количественной и качественной сохранности материальных ресурсов;
- обеспечение условий для минимизации затрат, связанных с осуществлением складских операций;
- комплектование деталей и других материальных ценностей, подбор, дозировка и прочие операции подготовительного или заключительного характера.

В общем случае складское хозяйство промышленного предприятия включает в свою структуру различные склады и кладовые, классифицировать которые можно по следующим основным признакам.

• По назначению и подчиненности:

- *материальные склады* – подчиняются отделу материально-технического снабжения. Основными их функциями являются приемка и хранение используемых в производстве материалов и выдача их в производство;
- *сбытовые склады* – подчиняются отделу сбыта. Основные функции – приемка, хранение и отпуск готовой продукции предприятия для ее реализации на сторону;
- *производственные склады* – подчиняются производственно-диспетчерскому отделу. Включают разного рода цеховые кладовые

и общезаводские склады, обеспечивающие основной производственный процесс предметами и средствами труда;

– *склады запасных частей* – подчиняются отделу главного механика. Основные функции – приемка, хранение и отпуск деталей и других материальных ценностей для проведения всех видов ремонтов оборудования и прочих производственных фондов;

– *инструментальные склады* – подчиняются инструментальному отделу. Основные функции – приемка, хранение и отпуск цехам всех видов инструмента и приспособлений;

– склады отдела главного энергетика, отдела автоматизации и механизации, отдела главного метролога, отходов и утиля.

• По *масштабу деятельности*:

– *центральные и общезаводские склады*. Как правило, такие склады осуществляют функции по обслуживанию всего предприятия в целом и занимают отдельную площадь на территории завода;

– *прицеховые склады*. Находятся при какой-либо группе цехов и служат для хранения материальных ценностей этой группы (спецодежды, хозяйственных товаров и т. д.);

– *цеховые склады*. Являются подразделениями отдельного цеха, обслуживают исключительно этот цех и занимают его производственную площадь (цеховые склады материалов, заготовок, полуфабрикатов, ИРК цеха и т. п.).

• По *роду и назначению хранимых материалов* различают универсальные и специальные склады. Первые могут служить для хранения разнообразных материальных ценностей, вторые конструктивно спроектированы и оснащены специализированным оборудованием, позволяющим хранить однородные виды материалов (склады металлов, горючих материалов и т. п.).

• По *техническому устройству и в зависимости от свойств материалов* различают склады открытые (оборудованные площадки), полужакрытые (площадки с навесами) и закрытые (отапливаемые и неотапливаемые).

Техническое оснащение складов зависит от рода, формы и количества хранимых на них материалов; типа, характера и расположения самих складских помещений, а также от принятой на предприятии системы внескладской транспортировки материалов. Традиционно склады оснащаются специализированным оборудованием, могущим включать различного рода стеллажи и унифицированную тару, мос-

товые краны, кран-балки, конвейеры, авто- и электрокары и т. д. В гибких производственных системах используются специальные стеллажи, предназначенные для размещения плоских и ящичных поддонов. Такие стеллажи представляют собой систему вертикально и горизонтально расположенных, позволяющую применять кодовую шифровку и средства автоматизации погрузочно-разгрузочных работ. Склады с такими стеллажами являются неотъемлемой частью автоматизированно-транспортной системы гибкого автоматизированного производства. Помимо транспортного оборудования и приспособлений для хранения, склады также оснащаются различного рода измерительным оборудованием и оснасткой: весами, счетчиками, линейными мерами для измерения габаритов хранимых объектов (метры, рулетки, штангенциркули и т. п.).

Как правило, на складах промышленных предприятий выполняется большой объем погрузочно-разгрузочных работ и работ по перемещению материальных ценностей. В этой связи основным направлением в развитии складского хозяйства являются комплексная механизация и автоматизация складских работ, а также оптимизация использования складских помещений за счет их рациональной загрузки и использования развитых систем МТС и управления движением складских запасов, в частности, систем типа «точно вовремя».

При создании гибких производственных систем (ГПС) важную роль играют автоматизированные склады. Они создаются на различных этапах технологического процесса, в частности, в начале производственного участка – для складирования исходных материалов и комплектующих, на промежуточных участках ГПС – для складирования оборотных заделов и в конце участка ГПС или в отдельном помещении – для складирования готовой продукции.

В составе ГПС автоматизированные склады выполняют две основные функции: оперативную и накопительную. *Оперативная функция* состоит в хранении и доставке на рабочие места заготовок и полуфабрикатов, составляющих межоперационные заделы, а также комплектов технологической оснастки, которая после выполнения операции возвращается на склад в секцию подготовки оснастки и инструмента. *Накопительная функция* заключается в хранении страховых заделов, а также готовых деталей, предназначенных для комплектации и подачи на сборку.

В автоматизированных складах материалы, заготовки и прочие ТМЦ хранятся в ячейках на специальных стеллажах. В таких складах широко используются различные средства механизации и автоматизации складских операций: подвесные, ленточные и другие конвейеры, специальные штабелевочные краны. Кроме того, в этих складах для штучных заготовок и изделий применяется специальная транспортно-складская тара, а также средства для автоматизированного управления складом. Особую группу составляют механизмы, предназначенные для укладки грузов в стеллажах или укладки одного груза на другой.

Система управления автоматизированным складом в общем случае может функционировать в трех режимах:

1) наладочном – перемещение исполнительных механизмов склада непосредственно координируется оператором с наладочного пульта управления;

2) полуавтоматическом – каждый технологический процесс выполняется самостоятельно, а команды о начале его выполнения отдаются оператором с пульта управления складом;

3) автоматическом – технологические процессы выполняются автоматически по команде от ЭВМ ГПС без непосредственного участия оператора.

14.2. Организация выполнения складских операций

Общая совокупность выполняемых на складах предприятий операций делится на две составляющие:

1) технологическую – операции приемки, хранения и отпуска материальных ресурсов;

2) управленческую – операции учета, контроля и анализа работы складов.

Приемка материальных ресурсов на склад предполагает их количественную и качественную проверку. В большинстве случаев в приемке совместно участвуют работники складов и специалисты тех подразделений, которым предстоит работать с принимаемыми ценностями (например, в приемке оборудования принимают участие работники ОГМ, в приемке основных материалов для производства продукции – работники ОТК и т. д.). Поступающие на склады материальные ценности сопровождаются соответствующими документами (накладными, счетами-фактурами, спецификациями). В ходе приемки осуществляется проверка

того, насколько количество и качество поступающих материальных ценностей соответствует сопровождающим их документам. Материалы, поступившие без накладных или актов ОТК о приемке, хранятся отдельно до их оформления. На принятые материалы составляются приемочные акты или ордера. На забракованные материальные ценности составляются оперативно-технические акты, служащие в дальнейшем основанием для предъявления претензий поставщикам. Непринятые материалы принимаются цехами предприятия на ответственное хранение до получения указаний от поставщика об их дальнейшем использовании. В случае функционирования на предприятии системы АСУП, приемка материальных ценностей на складе сопровождается оформлением и передачей в вычислительный центр специализированной сводки о поступлении ценностей.

Хранение материальных ресурсов на складах предприятий осуществляется двумя основными способами: в штабелях или в специальных стеллажах. Выбор того или иного способа хранения определяется следующими основными факторами:

- тип хранимых материальных ценностей, их габариты и относительная стоимость;
- способ обеспечения производственных подразделений данным видом ресурсов;
- необходимость создания условий, обеспечивающих качественную и количественную сохранность хранимых ресурсов;
- обеспечение условий для удобного выполнения приемочных и отпускных операций;
- обеспечение условий для контроля и учета движения ресурсов соответствующего вида.

Как правило, в штабелях хранятся первичное сырье и материалы, а в стеллажах – такие виды ресурсов, как инструменты, технологическая оснастка, комплектующие детали, запасные части для ремонта оборудования и т. п.

Отпуск материалов со складов цехам предприятия осуществляется в пределах установленного ежемесячного лимита по соответствующим лимитным документам. Когда лимит полностью используется, дальнейший отпуск материалов по лимитным картам прекращается и цеха-потребители могут получать необходимые материалы лишь по индивидуальным письменным требованиям, утвержденным руководством предприятия.

Организация отпуска материальных ценностей со складов может иметь две формы: пассивную или активную. При пассивной системе потребители получают на складах товарно-материальные ценности по материальным требованиям или лимитным картам и своими средствами транспорта доставляют их в цех. Обычно такая система применяется в единичном и мелкосерийном производстве при нестабильной и постоянно меняющейся потребности цехов в материальных ресурсах.

Активная форма отпуска материалов применяется в условиях серийного и массового производства и предполагает доставку материальных ресурсов в цеха по заранее установленному графику собственным транспортом склада. При данной форме отпуска на складах также осуществляется специальная подготовка материальных ресурсов перед подачей их в цех. В ходе такой подготовки может выполняться первичный раскрой материалов, их фасовка и комплектование в специальные наборы, которые могут сразу же подаваться на рабочие места в цехе.

Выполнение предварительной подготовки материалов на складах позволяет увеличить ритмичность основного производства, минимизировать затраты по транспортировке материалов в цеха и повысить эффективность конечного производственного использования материальных ресурсов.

Учет материальных ресурсов на складах призван отражать наличие этих ресурсов, а также динамику их движения (прихода и расхода). Выполнение такого учета может выполняться двумя основными способами:

- 1) документированным;
- 2) автоматизированным.

Документированный учет материалов обычно ведется в специализированных карточках складского учета, открываемых для каждого вида материалов. В таких карточках отражаются установленные величины минимального, максимального и страхового запасов, текущие уровни запасов, а также факты поступления и расхода материалов. После оформления каждой произведенной операции по приходу и расходу материальных ценностей в карточке складского учета выводится новый остаток. Остатки, числящиеся по учетным карточкам, сверяются с нормами запаса. О результатах такой сверки периодически

ски ставятся в известность ОМТС, инструментальные отделы и другие снабженческие службы предприятия.

Автоматизированный учет материальных ресурсов осуществляется аналогичным образом, однако при его использовании оформление бумажных документов заменяется ведением электронных записей в специализированных регистрах и базах данных.

Функция контроля складских запасов на промышленных предприятиях традиционно выполняется бухгалтерией. Выполнение контрольных операций сводится к наблюдению за динамикой остатков материалов на складе и взаимному сопоставлению трех базовых параметров:

- 1) данных учетных карточек о наличных объемах запасов материальных ресурсов на складе;
- 2) данных приходных документов и лимитно-заборных карт цехов;
- 3) отчетных данных о результатах проводимых инвентаризаций складских запасов.

В ходе такого сопоставления проверяется правильность учета операций по движению материалов на складе, а также устанавливаются размеры и причины возникающих складских потерь.

Анализ работы складов обычно выполняется по двум направлениям:

- 1) оценка показателей эффективности работы склада;
- 2) анализ результатов контрольных операций.

Базовыми показателями, характеризующими эффективность работы складов, традиционно выступают:

- складской грузооборот – общий объем грузов, проходящих через склад за определенный промежуток времени;
- оборачиваемость складских запасов – показатель, характеризующий скорость движения складских запасов материальных ресурсов, и рассчитываемый по формуле

$$O_3 = \frac{Q_{\text{общ}}^c}{Q_{\text{ср}}}, \quad (14.1)$$

где $Q_{\text{общ}}^c$ – общий складской грузооборот за рассматриваемый период;
 $Q_{\text{ср}}$ – средний остаток материальных ресурсов на складе в рассматриваемом периоде;

- коэффициенты использования складских площадей и кубатуры складских помещений;
- общие и удельные затраты, связанные с хранением материальных ресурсов на складе;
- величина складских потерь материальных ресурсов за установленный промежуток времени.

14.3. Нормативные расчеты потребности в складских площадях

Определение нормативной величины складской площади является одной из базовых задач, решаемых на стадии проектирования складов, решение которой создает необходимые условия для последующей оптимизации операций по оперативному управлению работой складов. В ходе выполнения нормативных расчетов вся складская площадь делится на две части: полезную и оперативную площадь. Полезная (грузовая) площадь склада – это площадь, непосредственно занимаемая хранимыми материальными ценностями. Оперативная площадь, в свою очередь, включает в себя четыре основные составляющие:

- 1) технологическую площадь, т. е. площадь, предназначенную для выполнения приемно-отпускных операций, сортировки, комплектования материальных ценностей, а также для размещения весовой и измерительной техники;
- 2) площадь для проходов и проездов между штабелями и стеллажами;
- 3) площадь, занимаемую служебными помещениями;
- 4) конструктивную площадь, занимаемую перегородками, колоннами, лестницами, подъемниками, тамбурами и т. п.

Расчет потребной складской площади может осуществляться двумя основными способами: упрощенным и дифференцированным. В первом случае основу расчета составляет определение нормативной величины полезной площади склада, корректировка которой специализированным поправочным коэффициентом и позволяет определить ориентировочную величину общей складской площади.

Коэффициент, используемый для такой корректировки, называется *коэффициентом полезного использования складской площади* и показывает соотношение между полезной площадью склада и его общей площадью:

$$K_{п.и} = \frac{S_{пол}}{S_{общ}}. \quad (14.2)$$

Соответственно упрощенный расчет общей складской площади выполняется по формуле

$$S_{общ} = \frac{S_{пол}}{K_{п.и}^{прин}}, \quad (14.3)$$

где $K_{п.и}^{прин}$ – принятое (нормативное) значение коэффициента полезного использования складской площади. Выбор данного значения зависит от предполагаемого способа хранения ТМЦ на складе. В случае, если предполагается хранение материалов в штабелях, значение коэффициента рекомендуется устанавливать в пределах 0,7–0,75; а для стеллажного хранения 0,3–0,4.

Расчет величины полезной площади склада может осуществляться двумя способами:

1) способом нагрузок (применяется при хранении материалов в штабелях);

2) способом объемных измерителей (используется в случае стеллажного хранения).

Нормативная величина полезной площади склада способом нагрузок определяется по формуле

$$S_{пол} = \frac{Z_{max}}{q_{доп}}, \quad (14.4)$$

где Z_{max} – величина максимального складского запаса, выраженная в единицах массы (т, кг); $q_{доп}$ – нормативная величина допустимой нагрузки на 1 м² площади пола (т/м², кг/м²).

По способу объемных измерителей величина полезной площади склада рассчитывается по формуле

$$S_{пол} = S_{ст} \cdot n_{ст}^{прин}, \quad (14.5)$$

где $S_{ст}$ – площадь, занимаемая одним стеллажом, м²; $n_{ст}^{прин}$ – принятое число стеллажей, необходимых для хранения установленного максимального запаса ТМЦ.

Величина принятого числа стеллажей устанавливается по максимальному из двух значений: расчетного и нормативного минимально допустимого числа стеллажей:

$$n_{\text{ст}}^{\text{прин}} = \max \left\{ \frac{n_{\text{ст}}^{\text{расч}}}{n_{\text{ст}}^{\text{норм}}} \right\}. \quad (14.6)$$

Расчетное число стеллажей устанавливается исходя из следующей зависимости:

$$n_{\text{ст}}^{\text{расч}} = \frac{Z_{\text{max}}}{V_{\text{ст}} \cdot K_{\text{зп}} \cdot \rho_{\text{м}}}, \quad (14.7)$$

где $V_{\text{ст}}$ – объем стеллажа, м^3 ; $K_{\text{зп}}$ – нормативный коэффициент заполнения объема стеллажа; $\rho_{\text{м}}$ – плотность хранимого материала, $\text{т}/\text{м}^3$, $\text{г}/\text{см}^3$.

Нормативное минимально допустимое число стеллажей рассчитывается по формуле

$$n_{\text{ст}}^{\text{норм}} = \frac{Z_{\text{max}}}{S_{\text{ст}} \cdot q_{\text{доп}}}. \quad (14.8)$$

При дифференцированном расчете потребной величины складской площади каждый из входящих в нее компонентов рассчитывается отдельно, после чего осуществляется суммирование полученных значений. В ходе такого дифференцированного расчета используются следующие основные зависимости.

Площадь под приемочно-отправочные площадки определяются по формуле

$$S_{\text{пр.о}} = 3 \cdot S_{\text{т.с}} \cdot C_{\text{пр.т.с}}, \quad (14.9)$$

где 3 – нормативный коэффициент, показывающий, что высота укладки материалов на площадках должна быть в 3 раза меньше высоты укладки на транспортных средствах; $S_{\text{т.с}}$ – средняя площадь, занимаемая одним транспортным средством, м^2 ; $C_{\text{пр.т.с}}$ – количество транспортных средств, одновременно находящихся на операциях погрузки-разгрузки.

Площадь служебных помещений складов рассчитывается исходя из нормы 2,5–6 м^2 на одного работника.

Ширина проходов между стеллажами и штабелями устанавливается равной 0,8–0,9 м, а для проезда погрузчиков, каров и тележек 1,1–1,2 м. При этом учитывается, что на складе через каждые 20–30 м должны быть организованы сквозные проезды.

РАЗДЕЛ IV. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ И ОСВОЕНИЯ НОВОЙ ПРОДУКЦИИ

ТЕМА 15. ОРГАНИЗАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

- Основные задачи и стадии конструкторской подготовки производства.
 - Система конструкторской документации.
 - Системы автоматизированного проектирования в конструкторской подготовке производства.
-
-

15.1. Основные задачи и стадии конструкторской подготовки производства

Основной задачей конструкторской подготовки производства (КПП) является создание комплекта чертежной документации для изготовления и испытания макетов, опытных образцов (опытной партии), установочной серии и документации для установившегося серийного или массового производства новых изделий с использованием результатов прикладных НИР, ОКР и в соответствии с требованиями технического задания.

Содержание и порядок выполнения работ по КПП на отечественных предприятиях регламентируются стандартами единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Согласно положениям данной системы работы по КПП выполняются в пять укрупненных стадий:

- 1) разработка технического задания (ТЗ);
- 2) разработка технического предложения (ТП);
- 3) разработка эскизного проекта (ЭП);
- 4) разработка технического проекта;
- 5) разработка рабочего проекта.

Техническое задание является исходным документом, на основе которого осуществляется вся работа по проектированию нового изделия. Оно разрабатывается на проектирование нового изделия либо заказчиком либо предприятием-изготовителем продукции и согласуется с заказчиком (основным потребителем). В техническом задании определяется назначение будущего изделия, тщательно обосновываются его технические и эксплуатационные параметры и характеристики:

производительность, габариты, скорость, надежность, долговечность и другие показатели, обусловленные характером работы будущего изделия. В нем также фиксируются особенности характера производства, условий транспортировки, хранения и ремонта; рекомендации по выполнению необходимых стадий разработки конструкторской документации и ее составу; технико-экономическое обоснование и другие требования.

Разработка технического задания базируется на основе выполненных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, результатов изучения патентной информации, маркетинговых исследований, анализа существующих аналогичных моделей и условий их эксплуатации.

Техническое предложение разрабатывается в том случае, если техническое задание разработчику нового изделия выдается заказчиком. ТП содержит тщательный анализ ТЗ и технико-экономическое обоснование возможных технических решений при проектировании изделия, сравнительную оценку с учетом эксплуатационных особенностей проектируемого и существующего изделия подобного типа, а также анализ патентных материалов. После согласования и утверждения техническое предложение становится основанием для разработки эскизного проекта.

Эскизный проект состоит из графической части и пояснительной записки. Графическая часть ЭП содержит принципиальные конструктивные решения, дающие представление об изделии и принципе его работы, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры. Таким образом, она дает конструктивное оформление будущей конструкции изделия, включая чертежи общего вида, функциональные блоки, входные и выходные электрические данные всех узлов (блоков), составляющих общую блок-схему. На этой стадии КПП разрабатывается необходимая документация для изготовления макетов, осуществляется их изготовление и испытания, после чего исходная конструкторская документация корректируется.

Пояснительная записка к ЭП содержит расчет основных параметров конструкции, описание эксплуатационных особенностей и примерный график работ по технической подготовке производства.

Технический проект разрабатывается на основе утвержденного эскизного проекта и предусматривает выполнение графической и расчетной частей, а также уточнения технико-экономических показателей создаваемого изделия. Он состоит из совокупности конструктор-

ских документов, содержащих окончательные технические решения, которые дают полное представление об устройстве разрабатываемого изделия и исходные данные для разработки рабочей документации.

В графической части технического проекта приводятся чертежи общего вида проектируемого изделия, узлов в сборке и основных деталей. Чертежи обязательно согласовываются с технологическими службами предприятия.

В пояснительной записке к техническому проекту содержатся описание и расчет параметров основных сборочных единиц и базовых деталей изделия, описание принципов его работы, обоснование выбора материалов и видов защитных покрытий, описание всех схем и окончательные технико-экономические расчеты. На этой стадии КПП при разработке вариантов изделий изготавливается и испытывается опытный образец.

Рабочий проект является дальнейшим развитием и конкретизацией технического проекта. Эта стадия КПП разбивается на три уровня:

- 1) разработка рабочей документации опытной партии (опытного образца);
- 2) разработка рабочей документации установочной серии;
- 3) разработка рабочей документации установившегося производства.

Первый уровень рабочего проектирования выполняется в три или в пять этапов.

На первом этапе разрабатывается конструкторская документация для изготовления опытной партии. Одновременно определяется возможность получения от поставщиков некоторых деталей, узлов, блоков (комплектующих). После этого вся документация передается в экспериментальный цех для изготовления по ней опытной партии (опытного образца).

На втором этапе осуществляются изготовление и заводские испытания опытной партии.

Третий этап рабочего проектирования заключается в корректировке технической документации по результатам заводских испытаний опытных образцов.

Если изделие проходит государственные испытания (четвертый этап), то в процессе этих испытаний уточняются параметры и показатели изделия в реальных условиях эксплуатации, выявляются все недостатки, которые впоследствии устраняются.

Пятый этап состоит в корректировке документации по результатам государственных испытаний и согласовании с технологами вопросов, касающихся необходимой точности изготовления изделий.

Второй уровень рабочего проектирования выполняется в два этапа.

На первом этапе в основных цехах завода изготавливается установочная серия изделий, которая затем проходит длительные испытания в реальных условиях эксплуатации, где уточняется стойкость, долговечность отдельных деталей и узлов изделия, намечаются пути их повышения. Запуску установочных серий предшествует, как правило, технологическая подготовка производства.

На втором этапе производится корректировка конструкторской документации по результатам изготовления, испытания и оснащения технологических процессов изготовления изделий специальной оснасткой. Одновременно с этим проводится корректировка технологической документации.

Третий уровень рабочего проектирования выполняется в два этапа.

На первом этапе осуществляются изготовление и испытание головной или контрольной серии изделий, на основе которой производят окончательную отработку и выверку технологических процессов и технологического оснащения, корректировку технологической документации, чертежей приспособлений, штампов и т. д., а также нормативов расхода материалов и рабочего времени.

На втором этапе проводится окончательная корректировка конструкторской документации.

Перечень работ, выполняемых на стадиях КПП в каждом конкретном случае, может отличаться от рассмотренного в зависимости от типа производства, степени сложности изделия, степени унификации, уровня кооперирования и ряда других факторов.

15.2. Система конструкторской документации

В результате выполнения стадий КПП вырабатывается большое количество различных конструкторских документов, могущих быть классифицированными по следующим основным признакам:

- объектам изготовления;
- стадиям КПП;
- целевому назначению;
- характеру использования.

По *объекту изготовления* выделяются:

- 1) чертежи изделий основного производства;
- 2) чертежи изделий вспомогательного производства (инструмента, приспособлений, моделей, штампов и др.);
- 3) технологические чертежи, изображающие различные виды заготовок.

ЕСКД предусматривает деление объектов по видам на детали, сборочные единицы, комплексы (два или более изделий, не соединенных сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций) и комплекты (набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например, комплект инструмента к машине).

По *стадиям конструкторской подготовки* документы могут быть:

- 1) проектными, выполняемыми в процессе проработки многочисленных вариантов на разных стадиях проектирования;
- 2) рабочими, предназначенными для изготовления изделий, а также его эксплуатации.

В соответствии с этим все конструкторские документы подразделяются на чертежи эскизного, технического и рабочего проектирования.

По *целевому назначению и характеру использования* все конструкторские документы подразделяются:

- 1) на оригиналы (авторские документы, выполненные на любом материале и предназначенные для изготовления подлинников);
- 2) подлинники (документы, оформленные подлинными подписями и выполненные на материале, позволяющем воспроизведение копий);
- 3) дубликаты (копии подлинников, обеспечивающие идентичность воспроизведения подлинника, позволяющие снятие с них копии);
- 4) копии (документы, выполненные способом, обеспечивающим их идентичность подлиннику или дубликату, предназначены для непосредственного использования в производстве).

Для удобства учета и пользования всем чертежам присваивается индекс. Индексация чертежей – это условное обозначение, обычно цифровое. В соответствии с ГОСТом, как правило, используется единая обезличенная система индексации, основанная на десятичной классификации всех чертежей изделий и их частей (от 0 до 9). Все

чертежи деталей, узлов, блоков, изделий делятся на 10 классов, классы на 10 подклассов, подклассы на 10 групп, группы на 10 подгрупп, подгруппы на виды деталей. Индекс чертежа состоит из различительного индекса предприятия, классификационной характеристики изделия, порядкового регистрационного номера документа (в пределах организации-разработчика) и шифра документа.

Хранение, учет и дублирование чертежей и другой технической документации на заводе осуществляются в соответствии с принятыми правилами учета и хранения в отделе технической документации.

15.3. Системы автоматизированного проектирования в конструкторской подготовке производства

В настоящее время, в связи со значительным ростом степени сложности, дифференцированности и скорости сменяемости промышленной продукции, системы автоматизированного проектирования (САПР) являются во многих случаях единственно возможными методами эффективного конструирования новых видов изделий.

В отличие от проектирования вручную, результаты которого во многом определяются инженерной подготовкой конструкторов, их производственным опытом, профессиональной интуицией и т. п., автоматизированное проектирование позволяет исключить субъективизм при принятии решений, значительно повысить точность расчетов, выбрать варианты для реализации на основе строгого математического анализа, значительно повысить качество конструкторской документации, повысить производительность труда проектировщиков, снизить трудоемкость, существенно сократить сроки конструкторской и технологической подготовки производства, повысить эффективность использования технологического оборудования с ЧПУ.

Важным результатом внедрения САПР являются и социологические факторы: повышение престижности и культуры труда при замене неавтоматизированных методов автоматизированными; повышение квалификации исполнителей; сокращение численности работников, занятых рутинными операциями.

Наибольшую эффективность от внедрения САПР можно получить при автоматизации всего процесса проектирования – от постановки задачи, выбора предпочтительных вариантов построения изделия до технологической подготовки его производства и выпуска.

До внедрения САПР на предприятии нужно прежде всего решить, применительно к каким задачам (или работам) проектирования наиболее эффективно ее применение, сформулировать требования к ней, определить в общем виде структуру, выделить этапы разработки системы и составить перечень необходимых для этого исследований, а также установить, в каком объеме и виде она будет выдавать техническую документацию проекта и соответствие ее действующим нормативно-техническим документам (ГОСТ, ОСТ, СТП и т. д.). Кроме того, должны быть выполнены работы по формализации задач выбора и оптимизации проектных и конструкторских решений, формированию библиотек типовых технических и проектных решений, информационных баз, пакетов прикладных программ и технологии автоматизированного проектирования.

САПР представляет собой организационно-техническую систему, состоящую из комплекса средств автоматизации проектирования, взаимосвязанного с проектировщиками и подразделениями проектной организации. Проектировщик (конструктор, технолог) входит в состав любой САПР и является ее пользователем, так как без человека автоматизированная система не может функционировать. Объектом автоматизации в САПР являются действия проектировщиков, разрабатывающих изделия или технологические процессы. САПР нельзя создать вне конкретного производства, на котором она будет использоваться.

Комплекс средств автоматизации КПП включает математическое, лингвистическое, программное, информационное, методическое, организационное, аппаратное и техническое обеспечение.

Математическое обеспечение составляют математические методы, модели и алгоритмы, необходимые для осуществления автоматизированного проектирования.

Лингвистическое обеспечение – совокупность специальных языковых средств проектирования, предназначенных для общения человека с техническими и программными компонентами САПР. Практика использования ЭВМ в проектировании привела к созданию наряду с универсальными алгоритмическими языками программирования (АЛГОЛ, ФОРТРАН и др.) проблемно-ориентированных алгоритмических языков, специализированных для решения проектных задач.

Программное обеспечение является непосредственным производным компонентом от математического обеспечения и представляет собой комплекс всех программ и эксплуатационной документации к ним.

Информационное обеспечение – это информация о прототипах проектируемых изделий или процессов, комплектующих изделиях и материалах, об используемом режущем инструменте, о правилах и нормах проектирования, а также любая другая справочная информация, используемая проектировщиками для выработки проектных решений. Основная часть информационного обеспечения содержится в банках данных, состоящих из баз данных и систем управления базами данных.

Организационное обеспечение устанавливает взаимодействие проектирующих и обслуживающих подразделений, ответственность специалистов за определение вида работ, приоритеты пользования средствами САПР и другие регламенты организационного характера. Соответствующий комплект документов составляют необходимые инструкции, приказы и штатные расписания.

Техническое обеспечение – комплекс всех технических средств, используемых при автоматизированном проектировании и для поддержания средств автоматизации в работоспособном состоянии.

В общем случае, процесс проектирования в САПР включает в себя три этапа: составление эскизного, технического и рабочего проектов. Затраты труда на разработку объекта распределяются по этапам в следующем приблизительном соотношении: 10, 25 и 65 %.

Наиболее творческой является стадия эскизного проектирования, требующего применения интерактивных средств графики. С их помощью конструктор может строить трехмерное изображение детали и моделировать траекторию движения инструмента для ее обработки (без чертежей).

Техническое проектирование предусматривает исполнение конкретного замысла в заданном масштабе, а также осуществление необходимых расчетов. Здесь используется значительный объем информации о стандартных деталях, покупных изделиях и т. д.

На стадии рабочего проектирования создаются рабочие чертежи и техническая документация. Детализовка, определение и нанесение размеров, составление спецификаций полностью формализуются и могут выполняться на ЭВМ с использованием средств машинной графики.

При автоматизированном проектировании сложных систем и объектов применяется системно-иерархический подход, когда сам процесс и объект расчленяются на уровни. На верхнем уровне отра-

жаются только самые общие черты и особенности проектируемого объекта. На каждом последующем уровне разработки степень детализации возрастает.

Основу автоматизации стадии конструкторской подготовки производства составляют две функциональные части комплексной САПР: автоматизированная система проектирования (АСП) и автоматизированная система конструирования (АСК).

Автоматизированная система проектирования используется как инструментальная подсистема САПР. Эта система выполняет несколько видов проектных процедур на стадиях разработки технического задания, технических предложений, эскизного и технического проектирования:

- анализ исходных конструкторских данных;
- формирование технических характеристик изделия;
- определение эффективности изделия на стадии его проработки (при решении проблемы выбора прототипа будущей новинки на основе упрощенной математической модели).

Результатом функционирования АСП является структурная схема изделия с данными расчета проектных параметров.

Автоматизированная система конструирования используется на этапах технического и рабочего проектирования для проведения уточненных расчетов по всему изделию и отдельным его элементам, а также изготовления конструкторской документации.

Основными условиями возможности и целесообразности применения САПР являются:

- 1) единство принципов построения объектов проектирования;
- 2) высокий уровень типизации и стандартизации элементов, из которых komponуют объекты проектирования;
- 3) высокий уровень унификации процессов проектирования;
- 4) большой объем проектных работ при индивидуальных требованиях к объектам проектирования.

ТЕМА 16. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

- Содержание и структура технологической подготовки производства.
 - Технико-экономическое обоснование выбора варианта технологического процесса.
 - Основные пути ускорения технологической подготовки производства.
-

16.1. Содержание и структура технологической подготовки производства

Технологическая подготовка производства (ТПП) представляет собой совокупность мероприятий, обеспечивающих технологическую готовность производства, т. е. наличие на предприятии полных комплектов технологической документации и средств технологического оснащения, необходимых для выпуска заданного объема продукции с установленными технико-экономическими показателями. ТПП как одна из стадий системы подготовки производства весьма значительна по объему и сложности. Так, трудоемкость технологической подготовки по отношению к общей трудоемкости технического проекта изделия в единичном производстве составляет 20–25 %, в серийном – 50–55 %, а в крупносерийном и массовом – 60–70 %. Рост трудоемкости операций ТПП по мере увеличения серийности и объемов производства связан с повышением степени технологической оснащенности труда в таком производстве.

Технологическая подготовка производства на предприятии выполняется отделами главного технолога, главного металлурга, а также технологическими бюро основных цехов, в ведении которых находятся литейные, кузнечные, механические и сборочные цехи. Материальной базой для них служат инструментальный и модельный цехи, технологические лаборатории, опытное производство.

До начала работ по ТПП, как правило, проводится технологический контроль чертежей, который необходим для анализа и проверки запроектированных изделий (деталей) на технологичность их конструкций, правильность назначения классов точности обработки, рациональность схем сборки и т. д.

Основными этапами ТПП являются:

- 1) разработка технологических процессов;
- 2) проектирование технологической оснастки и нестандартного оборудования;
- 3) изготовление средств технологического оснащения (оснастки и нестандартного оборудования);
- 4) выверка и отладка запроектированной технологии и изготовленного технологического оснащения.

На *первом этапе ТПП* осуществляется выбор рациональных способов изготовления деталей и сборочных единиц, результаты которого оформляются в виде новых технологических процессов. Эта работа выполняется на основе:

- предоставленных конструкторскими службами чертежей на вновь спроектированное изделие;
- ГОСТов, отраслевых и заводских стандартов на материалы, инструмент;
- справочников и нормативных таблиц для выбора режимов обработки материалов и заготовок;
- планируемых размеров выпуска изделий.

Содержание работ по проектированию технологических процессов складывается из следующих элементов:

- выбор вида заготовок;
- разработка межцеховых маршрутов;
- определение последовательности и содержания технологических операций;
- определение, выбор и заказ средств технологического оснащения;
- установление порядка, методов и средств технического контроля качества;
- расчет и назначение режимов обработки заготовок;
- техническое нормирование операций производственного процесса;
- определение необходимых профессий и квалификации исполнителей;
- организация производственных участков (поточных линий);
- формирование рабочей документации на технологические процессы в соответствии со стандартами Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП).

На *втором этапе ТПП* выполняются два вида работ:

- 1) проектировка конструкций моделей, приспособлений, специального инструмента и нестандартного оборудования;
- 2) разработка технологических процессов изготовления необходимого технологического оснащения.

Разработка конструкций технологической оснастки осуществляется конструкторскими бюро по оснастке и инструменту в тесной взаимосвязи с технологами, которые проектируют технологические процессы обработки деталей нового изделия.

На *третьем этапе ТПП* осуществляется изготовление всей необходимой оснастки и нестандартного оборудования. Этот этап является наиболее трудоемкой частью ТПП и в среднем потребляет около 60–80 % затрат труда и средств от общего объема ТПП. В связи с этим работы данного этапа в большинстве случаев проводятся постепенно, ограничиваясь вначале минимально необходимой оснасткой первой необходимости, а затем повышая степень оснащенности и механизации производственного процесса до максимальных экономически оправданных пределов. На этом же этапе осуществляется перепланировка (если это необходимо) действующего оборудования, монтаж и опробование нового и нестандартного оборудования и оснастки, поточных линий и участков обработки и сборки изделий.

На *четвертом этапе ТПП* осуществляются:

- 1) выверка и отладка запроектированной технологии;
- 2) окончательная отработка деталей и узлов изделия на технологичность;
- 3) выверка пригодности и рациональности спроектированной оснастки и нестандартного оборудования, удобства разборки и сборки изделия;
- 4) хронометраж механообрабатывающих и сборочных операций;
- 5) окончательное оформление всей технологической документации.

Технологическая документация для различных типов производства (единичного, серийного и массового) отличается глубиной разработки технологических процессов и степенью их детализации. В общем случае разработка технологической документации ведется в следующей последовательности.

Прежде всего, разрабатываются *маршрутные межцеховые карты* на технологические процессы изготовления деталей и сборочных единиц. Маршрутные карты указывают последовательность прохождения заготовок, деталей или сборочных единиц по цехам и произ-

водственным участкам предприятия. Для изготовления деталей и сборки изделия в единичном или мелкосерийном производствах достаточно иметь конструкторскую документацию, маршрутное или маршрутно-операционное описание технологического процесса либо перечень полного состава технологических операций без указания переходов и технологических режимов.

Для серийного и массового производств после составления маршрутных карт разрабатывается технологический процесс с операционным описанием формообразования, обработки и сборки. При этом для единичных технологических процессов разрабатывается *операционная технологическая карта*, для типовых (групповых) технологических процессов – *карта типовой (групповой) операции*. В этих картах указываются:

- 1) все переходы по данной конкретной операции и способы выполнения каждого из таких переходов;
- 2) технологические режимы;
- 3) данные о средствах технологического оснащения, материалах и затратах труда.

Обычно в операционных картах помещают эскизные чертежи, изображающие детали или части деталей и содержащие те размеры и указания на обработку, которые необходимы для выполнения данной операции (способ закрепления деталей на станке, расположение инструмента, приспособление и др.).

Исходная информация для разработки технологических процессов подразделяется на базовую, руководящую и справочную. Базовая информация включает наименование объекта, а также данные, содержащиеся в конструкторской документации. Руководящая информация представлена:

- отраслевыми и заводскими стандартами, устанавливающими требования к технологическим процессам, оборудованию и оснастке;
- документацией на действующие типовые и групповые технологические процессы;
- производственными инструкциями;
- документацией для выбора нормативов по технике безопасности и промышленной санитарии.

Справочная информация включает документацию опытного производства, описания прогрессивных методов изготовления, каталоги, справочники, альбомы компоновок, планировок и др.

16.2. Техничко-экономическое обоснование выбора варианта технологического процесса

Рассмотрев варианты альтернативных технологических процессов, обеспечивающих примерно одинаковое качество изделий, соответствующее требованиям технического задания, технолог должен выбрать наиболее экономичный из этих вариантов и детально его разработать.

Технологический процесс изготовления изделия (детали, узла) представляет собой строго определенную совокупность выполняемых в заданной последовательности технологических операций. Эти операции меняют форму, размер и другие свойства детали (изделия, узла), а также ее состояние или взаимное расположение отдельных элементов. Одна и та же операция может производиться многими способами, на различном оборудовании. Поэтому выбор ресурсосберегающего технологического процесса заключается в оптимизации каждой операции по минимуму потребления материальных, трудовых, энергетических ресурсов.

Для определения степени экономичности сравниваемых вариантов технологического процесса необходимо рассчитать себестоимость каждого из них. При этом с целью упрощения задачи расчет может быть осуществлен не для полной, а для так называемой технологической себестоимости, включающей только те элементы затрат на изготовление изделия, величина которых различна для сравниваемых вариантов техпроцессов.

Элементы себестоимости, которые для этих процессов одинаковы или изменяются незначительно, в расчет не включаются. Таким образом, технологическая себестоимость – это условная себестоимость, состав ее статей непостоянен и устанавливается в каждом отдельном случае.

Сопоставление вариантов технологической себестоимости дает представление об экономичности каждого из них.

Поскольку величина технологической себестоимости изготовления отдельных изделий (деталей, узлов) в значительной мере зависит от объемов производства, то все затраты на изготовление изделий по степени их зависимости от объема производства целесообразно разделить на условно-переменные и условно-постоянные.

К числу *условно-переменных* технологических затрат при этом могут быть отнесены:

- 1) затраты на основные материалы за вычетом реализуемых отходов;
- 2) затраты на топливо и другие энергоносители, предназначенные для технологических целей;

3) затраты на основную и дополнительную заработную плату основных производственных рабочих с начислениями;

4) затраты, связанные с эксплуатацией универсального технологического оборудования;

5) затраты, связанные с эксплуатацией инструмента и оснастки.

К *условно-постоянным* технологическим затратам относятся:

1) затраты, связанные с эксплуатацией оборудования, оснастки и инструмента, специально сконструированных для осуществления технологического процесса по рассматриваемому варианту;

2) затраты на оплату подготовительно-заключительного времени.

Общая формула технологической себестоимости имеет вид:

$$C_T = P_v \cdot N + P_c, \quad (16.1)$$

где P_v – величина условно-переменных затрат на единицу продукции; P_c – общая величина условно-постоянных затрат; N – объем выпуска продукции.

После определения технологической себестоимости по вариантам (если рассматривается не более двух вариантов) для каждого из них определяется, при каком годовом объеме производства (N) сравниваемые варианты будут экономически равноценны.

Для этого решается система уравнений относительно объема производства N :

$$\begin{cases} C_{T1} = P_{v1} \cdot N + P_{c1}; \\ C_{T2} = P_{v2} \cdot N + P_{c2}. \end{cases} \quad (16.2)$$

В результате решения данной системы уравнений величина N устанавливается равной

$$N_{кр} = \frac{P_{c2} - P_{c1}}{P_{v1} - P_{v2}}. \quad (16.3)$$

Такую величину годового объема производства продукции принято называть критической. Если сопоставление вариантов технологического процесса осуществить графически, то критический объем производства продукции будет являться абсциссой точки пересечения двух прямых с начальными ординатами P_{c1} и P_{c2} , выраженных для каждого варианта уравнением его технологической себестоимости (рис. 16.1).

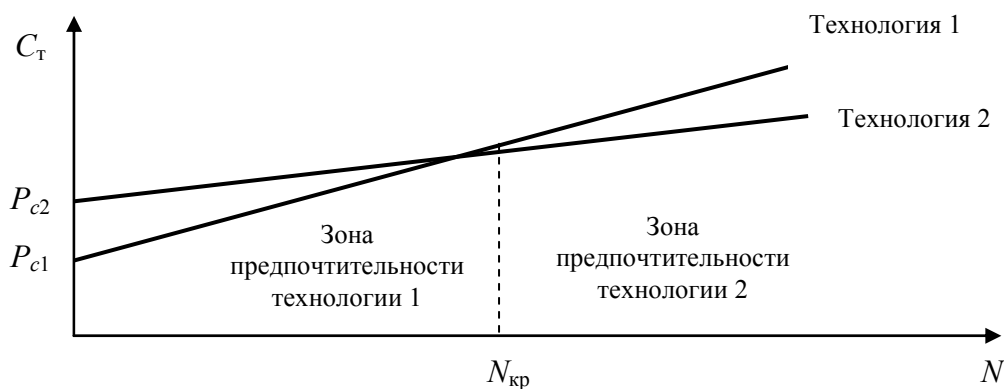


Рис. 16.1. График соотношения технологической себестоимости

Таким образом, определение абсциссы этой «критической точки» служит завершающим этапом технико-экономических расчетов, устанавливающих области наиболее целесообразного применения каждого из сопоставляемых вариантов технологических процессов.

16.3. Основные пути ускорения технологической подготовки производства

Важнейшим направлением сокращения трудоемкости и продолжительности ТПП является использование технологической унификации и стандартизации. К основным ее путям относятся:

- 1) типизация технологических процессов;
- 2) унификация технологической документации;
- 3) использование групповых методов обработки деталей;
- 4) унификация оборудования и технологической оснастки.

Под **типизацией технологических процессов** (ТПП) понимается система их рациональной разработки, основанная на создании групп конструктивно-технологически подобных деталей или сборочных единиц. Наибольшее распространение ТПП получила при разработке технологических процессов механообработки.

Работы по ТПП осуществляются в два этапа. На первом из них проводится классификация деталей в группы конструктивно-технологического подобия и выбор типового представителя каждой группы. На втором этапе осуществляется разработка технологического процесса на базовую деталь, который утверждается как типовой для данной группы. Кроме необходимых сведений для изготовления базовой детали типовой технологический процесс содержит указание о методах обработки всех деталей данной группы в виде полного перечня и последовательности операций и переходов обработки деталей данного типа.

При составлении технологического процесса для какой-либо новой детали прежде всего устанавливается, к какому типу и к какой группе она относится. Этим сразу определяется содержание технологического процесса, что значительно ускоряет его разработку и позволяет установить оптимальные режимы, уже отработанные на типовом процессе.

ТТП сборки осуществляется с помощью типовых технологических схем, определяющих структуру технологического процесса в виде перечня типовых операций и последовательности их выполнения.

Унификация технологической документации приводит к сокращению общего количества документов, облегчению труда технологов при подготовке производств и внесении изменений в действующие процессы. К числу основных унифицированных документов, используемых при разработке ТТП, относятся:

- 1) карты типовых представителей;
- 2) операционные технологические карты;
- 3) сводные карты ТТП;
- 4) операционные карты групповой обработки;
- 5) сводные карты групповых процессов.

Групповые методы обработки деталей аналогично типизации технологических процессов базируются на классификации деталей по группам на основе признаков конструктивно-технологического подобия. Однако групповой технологический процесс разрабатывается не на конкретную базовую деталь, а на комплексную деталь, которая включает в себя все элементарные поверхности деталей, входящих в группу. Обработка данной группы деталей осуществляется с помощью групповой оснастки станка, настроенной на изготовление комплексной детали.

Унификация оборудования и технологической оснастки позволяет использовать ее при смене видов продукции, повышать коэффициент загрузки оснастки и ее эффективность, предоставляя возможность вести обработку деталей большими партиями.

Наибольшее распространение на предприятиях получили следующие системы унифицированной оснастки:

1. *Сборно-разборная оснастка (СРО)* представляет собой обратимую специальную оснастку долгосрочного применения, состоящую из стандартных фиксирующих, зажимных, крепежных и специальных деталей. Данный тип оснастки предполагает возможность доработки соб-

ственных элементов при перекомпоновке на новое изделие и обычно используется в условиях крупносерийного производства.

2. *Универсально-сборная оснастка (УСО)* собирается из стандартных деталей и узлов многократного использования, изготовленных с высокой степенью точности. Используется для сверлильных, токарных, фрезерных, шлифовальных и других технологических операций в условиях опытного, единичного, мелко- и среднесерийного производства. Компоновки УСО после обработки партии деталей разбираются, детали и узлы используются для сборки других приспособлений и повторных компоновок. Недостатками этого вида оснастки являются высокая стоимость набора компоновочных элементов и достаточно низкая жесткость собираемых приспособлений.

3. *Универсально-наладочные приспособления (УНП)* имеют базовую оригинальную деталь и сменные элементы. Базовая деталь используется многократно, а сменные элементы предприятия изготавливают в соответствии с конфигурацией обрабатываемых в текущий момент деталей. Основным недостатком УНП является обязательность замены сменных элементов раньше их полного износа в связи с обычно возникающей необходимостью переходить на выпуск новых изделий.

4. *Универсальная безналадочная оснастка (УБО)* используется для многократной и долговременной установки различных по форме и размерам заготовок, обрабатываемых на универсальных металлорежущих станках. Преимуществами этой оснастки являются:

- небольшие сроки и затраты на проектирование и изготовление;
- большое разнообразие деталей, для которых оснастка может использоваться;
- возможность использования оснастки до ее полного износа.

Основным недостатком УБО является невысокая производительность из-за необходимости постоянной выверки точности установки заготовок.

5. *Специализированная наладочная оснастка (СНО)* используется для деталей, близких по конструктивно-технологическим признакам, имеющих общие базовые поверхности и одинаковый характер обработки. Эта оснастка состоит из базового агрегата и специальных элементов (наладок) и допускает регулирование собственных элементов или замену специальной наладки. При использовании СНО детали обрабатываются по единому групповому или типовому технологическому процессу.

ТЕМА 17. ОРГАНИЗАЦИЯ ОСВОЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА НОВОЙ ПРОДУКЦИИ

- Содержание и стадии организационно-экономической подготовки производства.
 - Структура и принципы освоения новой продукции.
 - Динамика технико-экономических показателей производства на стадии освоения новых изделий.
-

17.1. Содержание и стадии организационно-экономической подготовки производства

Организация производства новых изделий предполагает перестройку существующего производственного процесса и всех составляющих его элементов. Освоение новых видов продукции требует не только разработки новых технологических процессов и применения новых технологических средств, но и изменения форм и методов организации производства и труда, приобретения новых знаний и навыков кадровым составом коллектива, перестройки материально-технического снабжения и т. д.

В этих условиях необходимо осуществить организационную подготовку производства, т. е. провести в жизнь ряд мероприятий по перестройке производственных процессов на выпуск новой продукции. Комплекс работ, входящих в организационную подготовку производства, связан с решением задач внутрипроизводственного и внешнего характера. От качества выполнения этих работ во многом зависят уровень организации труда и производства, материальное обеспечение нового производства, общие технико-экономические показатели работы предприятия.

Организационная подготовка производства представляет собой комплекс процессов и работ, направленных на разработку и реализацию проекта организации производственного процесса изготовления нового изделия, системы организации и оплаты труда, материально-технического обеспечения производства, нормативной базы внутризаводского планирования с целью создания необходимых условий для высокопроизводительного и ускоренного освоения и выпуска новой продукции требуемого качества.

Организационный этап подготовки производства подразделяется на ряд стадий (табл. 17.1).

Стадии организационной подготовки производства

Наименование стадий ОПП	Содержание стадий
Разработка проекта организации основного производственного процесса	Выбор форм организации производства, специализации цехов и участков, кооперирования между ними. Определение потребности в площадях и оборудовании для выпуска нового изделия. Составление планировок и участков. Разработка проекта реконструкции цехов. Разработка или совершенствование систем оперативно-производственного планирования
Разработка проекта технического обслуживания основного производства	Составление планов движения предметов труда в производстве, выбор и определение необходимых средств внутривозовского транспорта и тары. Разработка проектов организации складского хозяйства, ремонтного и инструментального обслуживания. Выбор форм контроля новой продукции
Разработка организации и оплаты труда	Создание рационального проекта разделения и кооперации труда. Разработка проекта организации трудового процесса, организации обслуживания рабочих мест, организации режима труда и отдыха. Расчет трудоемкости. Подготовка и переподготовка кадров. Выбор и обоснование системы оплаты труда рабочих и специалистов при освоении новых изделий в серийном производстве. Разработка систем премирования рабочих и специалистов
Организация материально-технического обеспечения и сбыта новой продукции	Определение потребности в материальных ресурсах. Составление заявок и заказов на специальное оборудование, оснастку, материалы и комплектующие изделия. Выбор поставщиков и установление с ними договорных связей. Реализация планов снабжения для выпуска первых образцов и серий. Налаживание связей с потребителями, установление потребностей
Создание нормативной базы для внутризаводского технико-экономического и оперативно-производственного планирования	Расчет материальных, трудовых и календарно-плановых нормативов. Калькулирование себестоимости и установление цен на новое изделие. Определение размеров нормативов запасов и оборотных средств

Работы, входящие в комплекс организационной подготовки производства, выполняются специализированными научно-исследовательскими или проектными организациями, если освоение производства происходит на вновь вводимом в строй предприятии, либо заводскими экономическими и техническими службами, если подготовка производства ведется на действующем предприятии.

Одной из основных работ по проектированию организации производственного процесса изготовления новой продукции является расчет необходимых производственных мощностей. При расчете должны быть предусмотрены определенные соотношения между мощностями цехов, образован некоторый избыток для создания межцеховых опережений и образования заделов для обеспечения ритмичной работы.

При выборе форм организации производственных процессов определяются тип производственной структуры цехов и участков, характер специализации подразделений, поточная или непоточная форма организации основных процессов производства, формируются потоки материалов, полуфабрикатов и готовой продукции. Варианты организационных структур, планировок, маршрутов движения предметов труда анализируются с использованием методов аналитического и имитационного моделирования.

Важным этапом ОПП является проектирование процесса освоения во времени. При этом проводится работа по адаптации систем оперативно-производственного планирования к условиям выпуска новой продукции, устанавливается последовательность ее запуска в производство, определяются необходимые заделы, предусматриваются меры по обеспечению лучшего использования оборудования и рабочей силы, сокращения длительности производственного цикла.

Завершающий этап разработки проекта организации производства новых видов продукции – выбор форм организации труда и заработной платы. При этом учитывается характер производственного процесса и производимой продукции; определяются состав и количество производственных бригад, характер их специализации и кооперации, квалификационные характеристики и структура рабочих кадров, проектируются рабочие места и системы их обслуживания.

На этом этапе применяются типовые проекты организации рабочих мест и разрабатываются карты организации труда, в которых фиксируется содержание трудовых процессов, составляются ведомость рабочих мест и ведомость применяемой организационной оснастки.

17.2. Структура и принципы освоения новой продукции

Освоение новой продукции представляет собой процесс, в течение которого проходят необходимая отладка технологического процесса, организации и планирования производства с целью выпуска новой продукции в заданном объеме и достижения намеченных экономических показателей. Продукция считается освоенной в том случае, если она выпускается в установленном объеме и обладает требуемыми технико-экономическими параметрами. Термин «освоенная продукция» применяется, как правило, по отношению к конкретному предприятию. Продукция, освоенная на одном предприятии, в случае ее передачи на другое предприятие требует также освоения применительно к особенностям последнего, т. е. переосвоения.

Началом освоения является выпуск установочной серии, которая изготавливается по документации серийного производства с целью подтверждения готовности производства к выпуску продукции в заданных объемах и с установленными требованиями. По содержанию освоение выпуска новых изделий принято делить на техническое, производственное и экономическое.

Техническое освоение проводится в процессе создания нового изделия еще в предпроизводственный период и характеризуется достижением технических параметров, которые установлены для изделия в технических условиях и стандартах. Проектные технические показатели должны быть достигнуты в опытном производстве во время подготовки к серийному выпуску новой продукции. Учитывая высокие требования, предъявляемые в настоящее время к качеству продукции, выполнять техническое освоение во время серийного производства нецелесообразно.

Производственное освоение представляет собой производственный процесс, в течение которого предприятие выходит на проектный объем (количество) выпуска новой продукции. Одновременно выполняется и экономическое освоение производства изделия. Оно начинается с выпуска первых промышленных серий, но не заканчивается выходом производства на намеченный объем выпуска в штуках. Окончанием *экономического освоения* является достижение проектного уровня экономических показателей новой продукции, прежде всего трудоемкости и себестоимости изделий. Теоретически оно может закончиться раньше производственного, но, как правило, предприятия выходят на намеченный уровень экономических показателей позже, чем достигнут проектный уровень выпуска изделий.

Освоение новых изделий является этапом производственного процесса. Поэтому в период освоения действуют основные принципы организации производственного процесса:

- 1) принцип специализации;
- 2) принцип пропорциональности;
- 3) принцип параллельности;
- 4) принцип прямоточности;
- 5) принцип непрерывности;
- 6) принцип ритмичности и т. д.

Данные принципы действуют также в период развернутого производства и во время уменьшения выпуска и снятия с производства устаревших изделий. Кроме общих принципов, производственный процесс при освоении основывается на частных принципах, которые служат основой его организации и слабо проявляются в период развернутого производства. Такими принципами являются:

- интеграция разработчиков, производителей и потребителей;
- готовность производства к освоению;
- гибкость производства;
- комплексность процесса освоения.

17.3. Динамика технико-экономических показателей производства на стадии освоения новых изделий

Динамичность процессов освоения новой продукции, их вероятностный характер, а также другие их особенности создают определенные трудности при планировании технико-экономических показателей (ТЭП) работы промышленного предприятия на данной стадии их функционирования. Для уменьшения степени неопределенности при формировании плана производства новых изделий необходимы изучение и фиксация динамики ТЭП в период освоения.

Длительность периода освоения определяется временем от начала приобретения навыков при выпуске первых номеров изделий до достижения производительности труда и себестоимости продукции на уровне выпуска серийных изделий. Качество процесса освоения характеризуется скоростью снижения трудоемкости, себестоимости изготовления единиц изделия, а оптимальность выбора режимов и качества выполнения операции отражаются в динамике роста величины выхода годной продукции.

Для изготовления единицы изделия на каждой операции нормируются все основные виды затрат ресурсов. Например, в машиностроении осваиваемые изделия с точки зрения учета затрат условно

принято разделять как относящиеся к физическим изделиям и годным изделиям. Термин «затраты на физическое изделие» используется при нормировании затрат без учета выхода годных изделий. «Затраты на годные изделия» означают затраты на производство изделия с учетом технологических потерь, обусловленных уровнем коэффициента выхода годных изделий. Чем выше коэффициент выхода годных изделий, тем эти затраты ниже и приближаются к затратам на физическое изделие.

Таким образом, качество воспроизведения технологии, выражаемое через коэффициент выхода годных изделий, значительно влияет на уровень потребления ресурсов (материальных и трудовых). Знание динамики изменения выхода годной продукции в период освоения позволяет определить возможность ускорения освоения и с достаточной степенью точности спланировать затраты производства. Себестоимость единицы годной продукции n стадий технологического процесса с учетом коэффициентов выхода годных изделий по стадиям в общем случае может быть определена по формуле

$$S = \left(\frac{S_{\text{пр}1}}{\prod_{i=1}^n P_{\text{в}i}} + \frac{S_{\text{пр}2}}{\prod_{i=2}^n P_{\text{в}i}} + \dots + \frac{S_{\text{пр}j}}{\prod_{i=j}^n P_{\text{в}i}} + \dots + \frac{S_{\text{пр.п}}}{P_{\text{в.п}}} \right) + \frac{S_{\text{к}}}{N}, \quad (17.1)$$

где $S_{\text{пр}j}$ – нормируемые прямые (условно-переменные) затраты на физическую единицу изделия на j -й стадии техпроцесса; $P_{\text{в}i}$ – коэффициент выхода годной продукции на i -й стадии техпроцесса; $S_{\text{к}}$ – косвенные (условно-постоянные) затраты на запланированный объем выпуска годных изделий; N – запланированный объем выпуска годных изделий.

Поскольку влияние уровня выхода годной продукции на производственные затраты весьма значительно, то важной задачей становится изучение и учет действия на величину ($P_{\text{в}}$) различного рода дестабилизирующих факторов (конструкторских, технологических и организационных).

В период освоения нового вида продукции основными дестабилизирующими факторами являются технологические (неоптимальность и нестабильность параметров техпроцесса), качество исходных материалов, структурные дефекты и т. д. По мере нарастания объема выпуска изделий, в результате неоднократных повторений процессов

изготовления (т. е. в результате производственного обучения), происходит стабилизация технологических процессов, налаживание производственных связей и, как следствие, – наблюдается последовательный рост уровня выхода годной продукции и устанавливаются необходимые величины потребления ресурсов, характерные для установившихся процессов серийного производства. Следовательно, нарастающий с начала освоения объем выпуска изделий можно считать показателем, синтезирующим действие всей совокупности факторов. С ростом объемов выпуска дестабилизирующее воздействие факторов постепенно снижается в результате целенаправленных организационно-технических и других мероприятий. Зависимость между удельными затратами (трудоемкостью, материалоемкостью и себестоимостью) и количеством (порядковым номером) осваиваемых изделий является частным случаем закона опыта и имеет вид степенной функции:

$$S_i = S_1^{i^{-b}}, \quad (17.2)$$

где S_i – затраты на изготовление i -й единицы изделия; S_1 – затраты на изготовление первого изделия; i – порядковый номер изделия; b – показатель интенсивности снижения затрат (коэффициент крутизны кривой освоения).

Кривая, построенная на основе этой зависимости, описывает характер изменения искомых затрат в период отработки технологии и развертывания выпуска новых изделий и носит название кривой освоения (рис. 17.1).

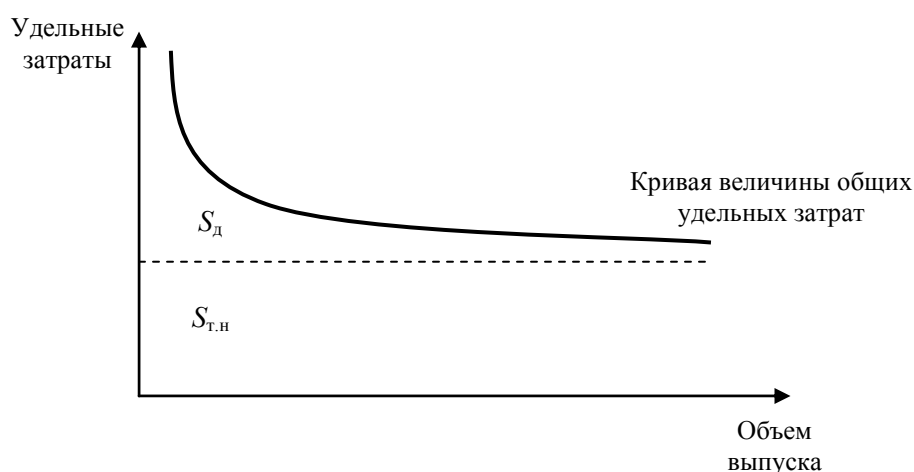


Рис. 17.1. Кривая освоения нового вида продукции:
 $S_{т.н}$ – технически необходимые затраты; $S_{д}$ – дополнительные затраты

В период освоения общие удельные затраты на производство складываются из технически необходимых затрат и дополнительных затрат. Из рис. 17.1 видно, что процесс освоения можно считать законченным, когда величина общих удельных затрат становится стабильной и ее дальнейшее снижение является незначительным. Обычно такая стабилизация свидетельствует о достижении технически обоснованных норм расхода ресурсов, т. е. о приближении величины общих удельных затрат к величине технически обоснованных затрат. В отличие от величины затрат, имеющей тенденцию снижения по мере освоения производственных процессов, показатель выхода годных изделий в этот период времени имеет тенденцию к росту.

В связи с этим очевидно, что усилия при организации и планировании процессов освоения должны быть в первую очередь направлены на снижение дополнительных затрат производства, так как последние обусловлены качеством подготовки производства и процесса освоения.

РАЗДЕЛ V. ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

ТЕМА 18. СПЕЦИФИКА, ФУНКЦИИ И ВИДЫ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

-
- Содержание и основные функции систем оперативного управления производством.
 - Требования, предъявляемые к современным системам оперативного управления производством.
 - Основные типы систем оперативно-календарного планирования.
-

18.1. Содержание и основные функции систем оперативного управления производством

Оперативное управление производством (ОУП) представляет собой нижнюю ступень общей системы производственного менеджмента и ориентировано на текущую оптимизацию хода производственного процесса. *Базовой целью* функционирования системы ОУП является создание и поддержание таких условий, которые позволяют производственному процессу протекать с минимальными затратами

материальных, трудовых и временных ресурсов при одновременном выполнении установленных заданий по выпуску продукции. Для достижения данной цели система ОУП промышленного предприятия решает следующие *ключевые задачи*:

1) установление места (цеха, участка, рабочего места) и времени (квартала, месяца, декады, смены) изготовления включенных в производственную программу изделий, узлов и деталей и формирование на основе этого оперативных планов-графиков производства;

2) наблюдение за ходом производственного процесса, сопоставление фактического и планового графиков его протекания и выявление возникающих отклонений;

3) разработка и реализация оперативных мероприятий, направленных на регулирование хода производства с целью предупреждения или компенсации нежелательных отклонений от планового графика.

Структурно система ОУП промышленных предприятий разделена на несколько иерархических уровней, относящихся соответственно к общезаводскому, цеховому и внутрицеховому уровням управления. На уровне предприятия в целом работу по оперативному управлению производством обычно осуществляет планово-диспетчерский отдел (ПДО), на уровне отдельных цехов – планово-диспетчерские бюро (ПДБ), на внутрицеховом уровне – диспетчеры производственных участков и их мастера. Каждый из структурных уровней системы ОУП имеет собственный временной горизонт принятия управленческих решений. Так, ПДО предприятия обеспечивают условия для нормального протекания производственного процесса на период от года до месяца, ПДБ – от месяца до одной рабочей недели, а диспетчеры и мастера участков – от недели до отдельных рабочих смен и часов.

В *функциональном отношении* система ОУП включает в себя три базовые составляющие:

1) оперативно-производственное планирование;

2) оперативно-производственный учет;

3) оперативное регулирование производственного процесса (производственное диспетчирование).

Оперативно-производственное планирование (ОПП) является первичной функцией системы ОУП и предполагает разработку комплекса взаимосвязанных и соподчиненных производственных программ и планов, ориентированных на различные промежутки времени (квартал, месяц, декада, смена, час) и производственные подразделения различного уровня (цехи, участки, отдельные рабочие места). Работа по ОПП выполняется непрерывно и носит циклический характер.

Исходными данными для выполнения каждого отдельного цикла ОПП являются:

- 1) утвержденная производственная программа предприятия на предстоящий период;
- 2) межцеховые и внутрицеховые технологические маршрутные карты планируемых к выпуску изделий, узлов и деталей;
- 3) карты технологических процессов;
- 4) установленные нормы расхода материальных ресурсов, сведения о наличии и плановой динамике материальных запасов;
- 5) данные о плановой численности персонала производственных подразделений;
- 6) расчеты производственной мощности производственных подразделений и графики плановых ремонтов технологического оборудования;
- 7) отчетные данные о результатах выполнения производственных планов в предшествующем периоде.

Базовыми элементами ОПП является объемное и оперативно-календарное планирование.

В процессе *объемного планирования* осуществляется распределение годовой производственной программы предприятия в натуральном, трудовом и стоимостном выражении между выпускающими цехами и участками на различные промежутки времени. По результатам объемного планирования устанавливается ожидаемая степень загрузки выпускающих цехов и участков с учетом выделенных им трудовых и материальных ресурсов.

Оперативно-календарное планирование (ОКП) является продолжением объемного планирования и ориентировано на разработку календарных графиков протекания производственного процесса в различных подразделениях предприятия, ориентированных на согласование работы таких подразделений. Построение оперативных графиков производства основывается на расчете специализированных календарно-плановых нормативов (КПН), основными из которых являются:

- размеры и ритмы чередования партий деталей, узлов и изделий;
- длительность производственных циклов изготовления партий предметов труда;
- опережения запуска и выпуска партий деталей и сборочных единиц по различным производственным подразделениям (цехам и участкам);
- величины производственных заделов и незавершенного производства.

Функция ОКП выполняется на общезаводском и внутрицеховом уровнях управления производством. В задачи общезаводского планирования входит определение количества и сроков передачи деталей, сборочных единиц и изделий из цеха в цех по месяцам или кварталам планового года. В рамках внутрицехового планирования осуществляется разработка календарных планов-графиков работы участков и отдельных рабочих мест на период от месяца до одной рабочей смены.

Разрабатываемые в ходе ОКП производственные планы-графики в зависимости от типа производства могут иметь различную степень детализации и быть ориентированы на различные планово-учетные единицы.

В условиях массового и крупносерийного производства, отличающихся стабильной повторяемостью всех стадий и операций производственного процесса, в ходе ОКП разрабатываются так называемые *подетально-пооперационные планы-графики*, в которых фиксируются время и место выполнения каждой отдельной деталиеоперации, т. е. устанавливается точная загрузка каждого из рабочих мест на каждом из производственных участков.

В средне- и мелкосерийном производстве, в силу значительного удельного веса опытно-статистических норм времени, частых нарушений хода производственного процесса, недостаточно высокой производственной дисциплины и других факторов, разработка детализированных планов-графиков является нецелесообразной. В таких условиях чаще всего разрабатываются *укрупненные подетальные планы-графики*, в которых планово-учетными единицами становятся не отдельные деталиеоперации, а отдельные детали или сборочные единицы. В таких графиках прохождение предметов труда по отдельным рабочим местам не фиксируется, а устанавливается лишь время запуска партии деталей в обработку на конкретном участке и время выпуска ее с этого участка.

В условиях единичного и мелкосерийного производства оперативно-календарное планирование может сводиться к составлению так называемых *графиков-перечней деталей*, в которых фиксируется только номенклатура деталей и узлов, которые должны быть обработаны в каждом из цехов или участков за установленный промежуток времени.

Оперативно-производственный учет как функция системы ОУП ориентирован на фиксацию фактических результатов хода производственного процесса и выявление возникающих отклонений от разработанных планов-графиков.

Также, как и ОКП, оперативный учет хода производства может осуществляться на общезаводском и внутрицеховом уровнях. Учет на общезаводском уровне сводится к определению и сопоставлению с планом объемов выпуска готовых изделий сборочными цехами предприятия, а также объемов выпуска промежуточными цехами деталей и сборочных единиц.

К задачам внутрицехового оперативного учета относятся:

1) оценка выполнения плана выпуска цехом деталей и сборочных единиц, а также плана выполнения на участках цеха отдельных деталяеопераций;

2) оценка наличия и поступления на участки цеха необходимых материалов, заготовок и незавершенного производства;

3) оценка выполнения участками цеха и отдельными рабочими местами составленных для них сменно-суточных заданий;

4) выявление брака по изготавливаемым на участках цеха деталям и операциям и установление причин его появления.

Для обеспечения своей эффективности система оперативно-производственного учета должна соответствовать ряду требований, основными из которых являются:

1) единство показателей планирования и учета;

2) достоверность учетных данных;

3) своевременность сбора и обработки учетной информации;

4) универсальность учетных данных и возможность их многократного использования;

5) минимизация числа учетных характеристик при соблюдении требуемой точности учета.

Оперативный учет является в достаточной мере трудоемким, в связи с чем основным направлением повышения его эффективности является автоматизация учетных операций.

Основными задачами *оперативного регулирования производства* (производственного диспетчирования) являются:

1) координация процессов обеспечения подразделений и рабочих мест необходимыми материалами, инструментом и оснасткой;

2) минимизация негативных последствий возникших отклонений от планового графика производства;

3) восстановление планового хода производственного процесса при возникновении отклонений.

Содержание и характер производственного диспетчирования зависят от типа производства. В массовом и крупносерийном производстве основными объектами диспетчирования является соблюдение

ритма работы поточных линий, а также соблюдение установленного уровня внутрелинейных, межлинейных и межцеховых производственных заделов. В условиях серийного производства оперативное регулирование производственного процесса направлено на поддержание установленных опережений запуска и выпуска партий предметов труда по цехам и участкам, а также цикловых, оборотных и страховых заделов. В единичном производстве диспетчирование направлено на соблюдение установленных сроков выполнения работ по отдельным заказам, а также соблюдение сроков подготовки производства. Помимо этого при любом типе производства обязательным объектом диспетчерского контроля являются процессы обеспечения подразделений и отдельных рабочих мест необходимой технической документацией, материалами, инструментом и оснасткой.

Типовыми инструментами производственной диспетчеризации являются:

- 1) изменение режима работы производственных подразделений для синхронизации их пропускной способности;
- 2) перестановка производственных рабочих для организации многостаночного обслуживания;
- 3) перераспределение производственных заданий между производственными подразделениями или рабочими сменами.

Перечисленные инструменты производственного диспетчирования применяются для корректировки относительно небольших отклонений от установленных планов-графиков производства. При этом конкретный выбор того или иного инструмента или их комбинации обычно осуществляется диспетчерами и линейными руководителями производственных подразделений (начальниками цехов и мастерами участков) на основе имеющегося опыта. При значительных отклонениях в ходе производственного процесса, когда традиционные инструменты диспетчирования не обеспечивают требуемого результата, осуществляется полный пересчет календарных планов-графиков производства с использованием ЭВМ.

18.2. Требования, предъявляемые к современным системам оперативного управления производством

Общая совокупность требований, предъявляемых к современным системам ОУП, делится на две части. Первая представлена традиционными общими требованиями, которым должна удовлетворять любая система управления для того, чтобы реализуемые ею функции

обеспечивали динамическое равновесие как управляемого объекта, так и самой этой системы. К числу таких требований относятся научная обоснованность, оптимальность, точность и оперативность принимаемых управленческих решений.

Научная обоснованность системы ОУП предполагает обоснованность выбора элементов системы (планово-учетных единиц, планового периода и т. д.); обоснованность выбора и расчета календарно-плановых нормативов (периодичности и размеров партий, длительности производственного цикла и опережений запуска и выпуска партий деталей и сборочных единиц, незавершенного производства и т. д.); обоснованность построения объемных и оперативно-календарных планов; обоснованность системы контроля и регулирования производства и достоверность исходных данных. Ключевым условием обеспечения обоснованности системы ОУП является использование системного подхода, экономико-математических моделей и вычислительной техники.

С научной обоснованностью системы тесно связана *оптимальность управляющих решений*. Требование оптимальности означает обязательность выбора (из множества возможных) таких экономико-организационных решений, связанных с оперативным управлением, которые обеспечивают экстремальное значение соответствующей целевой функции при наличии ограничений на ресурсы. Показателями оптимальности экономико-организационных решений могут быть различные показатели (приведенные затраты, равномерность загрузки подразделений, объемы незавершенного производства, длительность совокупного производственного цикла и т. д.), однако все они не должны противоречить критерию оптимальности системы в целом. Для выработки оптимальных решений необходимым является использование экономико-математических моделей, позволяющих целенаправленно осуществлять выбор наилучших вариантов управляющих решений.

С научной обоснованностью и оптимальностью связана *точность ОУП*. *Точность управляющих решений* можно рассматривать как степень отклонения фактических показателей и параметров (например, объемного и оперативно-календарного планов цеха или участка) от принятых. Чем меньше степень таких отклонений, тем выше точность, стабильнее, надежнее работа подразделения. Точность оперативного управления основным производством зависит от качества исходной аналитической информации, степени реализации

принятых решений и оперативности (своевременности) изменения системы управления основным производством под влиянием различных возмущающих воздействий.

Оперативность следует рассматривать как своевременность передачи исходной информации о ходе производства, быструю ее обработку, своевременное принятие необходимых решений и воздействие на ход производства. Соблюдение требования оперативности управления основным производством обеспечивается механизацией и автоматизацией труда, применением вычислительной техники. Запаздывание информации приводит к уменьшению степени ее полезности и неизбежному отклонению принимаемых решений от оптимальных.

Вторая группа требований, предъявляемых к системам ОУП, диктуется спецификой общих современных тенденций в организации промышленного производства, каковыми, в частности, являются существенное сокращение возможностей для осуществления крупносерийного и массового производства стандартизированной продукции и радикальный рост значимости критерия адаптивности производственных систем. К числу основных требований данного типа могут быть отнесены:

1) гибкость системы ОУП, обеспечиваемая блочным способом ее построения (т. е. построение из типовых модулей, имеющих универсальный характер и способных легко комбинироваться между собой);

2) универсальность информационных технологий, лежащих в основе функционирования системы ОУП, дающая возможность легко адаптировать систему под индивидуальные особенности конкретного предприятия и быстро изменять ее в ответ на изменение стратегии его деятельности;

3) «обучаемость» элементов системы ОУП, заключающаяся в обеспечении возможности непрерывного совершенствования выполняемых ими функций.

18.3. Основные типы систем оперативно-календарного планирования

Под *системой оперативно-календарного планирования* (ОКП) производства понимается методика разработки планово-производственных заданий подразделениям предприятия, отличающаяся:

- 1) типом используемых планово-учетных единиц;
- 2) составом и приоритетностью применяемых календарно-плановых нормативов;
- 3) порядком оформления планово-учетной документации.

Выбор конкретного типа системы оперативно-календарного планирования производства определяется такими основными факторами, как:

- 1) сложившийся на предприятии тип производства;
- 2) характер специализации производственных подразделений предприятия;
- 3) конструктивные и технологические особенности изготавливаемой продукции;
- 4) степень унификации применяемых в производстве деталей и сборочных единиц.

Схематичная структура основных систем ОКП, используемых в условиях массового, серийного, мелкосерийного и единичного производства, представлена на рис. 18.1.

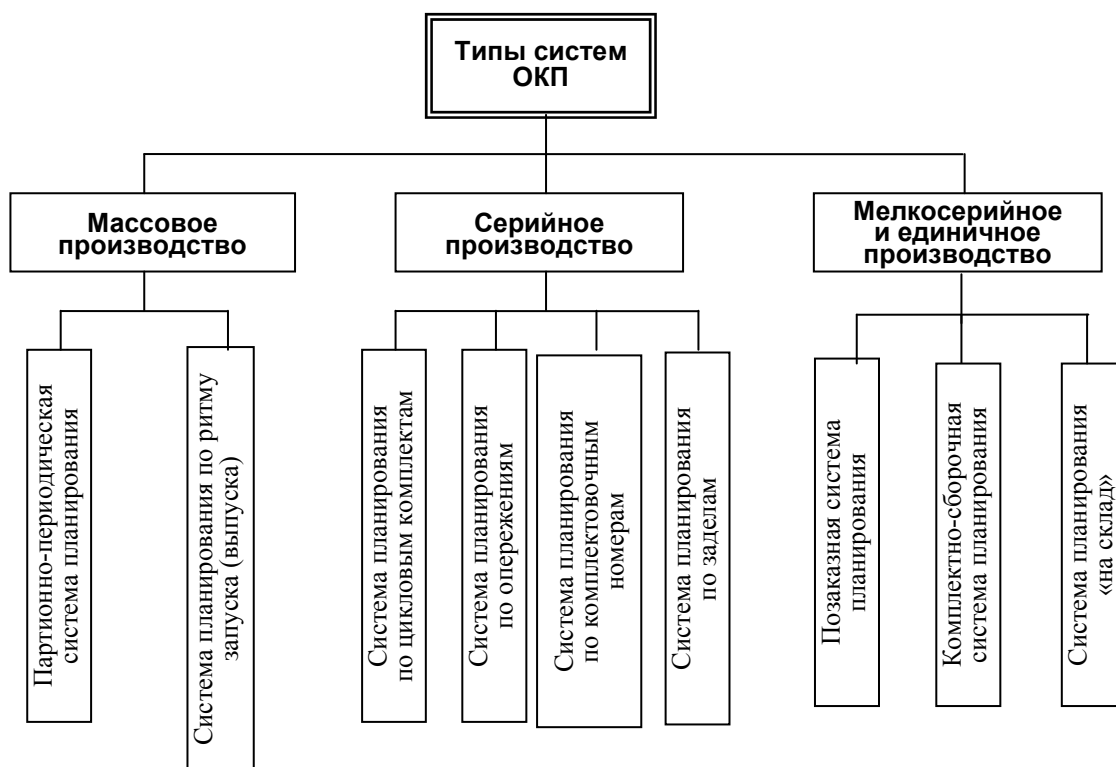


Рис. 18.1. Основные типы систем ОКП

Для *массового производства* характерны высокий уровень специализации рабочих мест, постоянное закрепление изготавливаемых деталей и узлов за конкретными участками и рабочими местами, а также непрерывный выпуск больших объемов однородной продукции узкой номенклатуры. Основным требованием, предъявляемым к оперативному управлению таким производством, является обеспечение максимальной непрерывности и ритмичности производственного процесса.

Поскольку массовое производство является, в основном, поточным, то выполнение данного требования обычно осуществляется за счет синхронизации работы основных поточных линий, которая осуществляется в последовательности, обратной ходу основного производственного процесса (т. е. от сборочных подразделений к механообрабатывающим и далее – к заготовительным). ОКП в таких условиях обычно осуществляется на основе двух базовых систем – системы планирования по ритму выпуска и партионно-периодической системы (планирование по стандарт-плану).

В *системе планирования по ритму выпуска* планово-учетными единицами для сборочных цехов являются готовые изделия и их узлы, а для заготовительных и механообрабатывающих цехов – отдельные детали. Базовым календарно-плановым нормативом данной системы планирования является ритм выпуска готовых изделий, в соответствии с которым устанавливается ритмичность работы всех звеньев производства. Такой ритм устанавливается на основе утвержденных объемных планов выпуска продукции по кварталам и месяцам года, а также исходя из располагаемого фонда времени работы поточных линий заключительного (сборочного) подразделения предприятия. После установления ритма выпуска готовых изделий в обратной последовательности устанавливается ритмичность выпуска промежуточными звеньями производства необходимых узлов и деталей, причем поскольку базой расчетов для всех подразделений является единый ритм, то при данной системе планирования осуществляется выравнивание производительности смежных звеньев производства. Помимо ритмов работы цехов и участков в данной системе планирования также нормируются величины внутрилинейных, межлинейных и межцеховых заделов незавершенного производства, необходимых для обеспечения бесперебойности производственного процесса. По результатам расчетов для каждого цеха и участка составляются индивидуальные задания по выпуску соответствующих деталей узлов и изделий на период от квартала до одной рабочей смены.

Партионно-периодическая система ОКП обычно применяется в условиях крупносерийного производства, когда происходит стабильно повторяющееся изготовление крупных партий нескольких видов продукции и производственные линии работают в переменнопоточном режиме. В данной системе в качестве планово-учетной единицы выступает партия (серия) одноименных деталей или узлов, а ключевым календарно-плановым нормативом является ритм

(периодичность) изготовления партий различных наименований. На основе установления такой периодичности, а также по результатам расчетов других КПН (размеров партий, длительности производственных циклов их изготовления и нормативов производственных заделов) для каждого из цехов и участков предприятия в обратной последовательности строятся так называемые стандарт-планы, т. е. детализированные графики выпуска деталей и узлов, определяющие загрузку отдельных рабочих мест и учитывающие время на переналадку оборудования при переходе с одной партии на другую. С учетом регулярного режима выпуска конечных изделий такие графики превращаются в стандартное календарное расписание работы каждого из цехов и участков.

В *серийном производстве* номенклатура изготавливаемых изделий достаточно стабильна и регулярно повторяется в программе выпуска, число выполняемых в цехах деталяеопераций значительно превосходит количество рабочих мест, что предопределяет необходимость изготовления изделий на рабочих местах партиями в порядке чередования с партиями других изделий. Основной задачей ОКП в таких условиях является установление и обеспечение периодичности изготовления изделий разных типов в соответствии с утвержденной годовой производственной программой. В связи с этим ведущее место в оперативном планировании серийного производства принадлежит расчету таких КПН, как размеры партий изделий, узлов и деталей, а также периодичность запуска этих партий в обработку. ОКП серийного производства обычно осуществляется на основе четырех систем планирования:

- 1) система планирования по цикловым комплектам;
- 2) система планирования по комплектующим номерам;
- 3) система планирования по опережениям;
- 4) система планирования по заделам.

Системе *планирования по цикловым комплектам* используется при изготовлении серий таких изделий, сборка которых является достаточно длительной и трудоемкой. В таких условиях важной задачей становится определение дифференцированных сроков изготовления и подачи на сборку деталей различных наименований, позволяющее уменьшить замораживание оборотных средств предприятия в незавершенном производстве. Оперативное планирование в таких условиях осуществляется по следующей схеме. Вначале исходя из запланированных сроков выпуска партии готовых изделий и на основании верных схем их генеральной сборки строятся циклограммы сбороч-

ных процессов, по которым устанавливаются расчетные сроки подачи на сборку партий деталей различных наименований. После этого для упрощения последующего планирования и устранения чрезмерной дифференциации сроков подач партии деталей объединяются в группы, требующиеся на сборке примерно в одно и то же время, и для каждой из сформированных групп устанавливается единый срок подачи. Далее партии деталей, относящиеся к одной очереди подач на сборку, разбиваются на подгруппы (комплекты) в зависимости от периодичности их изготовления, длительности производственного цикла и маршрута движения по технологическим операциям. Сформированные комплекты называются цикловыми и выступают в качестве планово-учетных единиц данной системы планирования. Для каждого из таких комплектов устанавливаются сроки запуска и выпуска по цехам предприятия, после чего на основе объединения данных по срокам изготовления всех прочих комплектов для каждого из цехов разрабатываются индивидуальные производственные задания. Контроль хода производства при такой системе планирования осуществляется посредством учета выпуска цехом цикловых комплектов партий деталей по календарному графику подач на сборку.

Система *планирования по комплектовочным номерам* применяется в тех случаях, когда номенклатура изготавливаемых изделий остается неизменной по месяцам года, а сборка партий таких изделий не является длительной, вследствие чего установление дифференцированных сроков подачи партий деталей на сборку нецелесообразно. В таких условиях все комплектующие готовое изделие детали и узлы подаются на сборку одновременно. Набор таких деталей, называемый машинокомплектом, в данной системе ОКП выступает в качестве планово-учетной единицы. Процесс оперативного планирования производства в данной системе ОКП происходит по следующей схеме. Вначале исходя из утвержденной годовой производственной программы формируется месячное задание сборочным цехам по выпуску готовых изделий и последнему из таких изделий присваивается порядковый номер, исчисленный накопленным итогом с начала года (например, 86-е изделие, 124-е и т. д.). Далее рассчитываются среднесуточный выпуск изделий в планируемом месяце и нормативные опережения выпуска машинокомплектов из обрабатывающих и заготовительных цехов. После этого по формуле (18.1) определяются порядковые номера тех машинокомплектов, которые в плановом месяце

должны быть выпущены последними из каждого обрабатывающего и заготовительного цехов:

$$N_{\text{ц}}^{\text{пл}} = O_{\text{ц}} \cdot N_{\text{сут}} + N_{\text{сб}}, \quad (18.1)$$

где $N_{\text{ц}}^{\text{пл}}$ – порядковый номер последнего в плановом месяце машинокомплекта, изготавливаемого в данном цехе; $O_{\text{ц}}$ – нормативное опережение выпуска машинокомплектов из данного цеха, дн.; $N_{\text{сут}}$ – среднесуточный выпуск готовых изделий в планируемом месяце, ед.; $N_{\text{сб}}$ – порядковый номер последнего изделия, выходящего со сборки в плановом месяце.

На основе рассчитанных порядковых номеров последних плановых машинокомплектов, а также с учетом номеров тех комплектов, которые фактически выпущены в предыдущем месяце, для каждого из цехов определяется месячное задание по выпуску машинокомплектов данного типа:

$$З_{\text{ц}} = N_{\text{ц}}^{\text{пл}} - N_{\text{ц}}^{\text{ф}}, \quad (18.2)$$

где $З_{\text{ц}}$ – месячное задание цеху по выпуску машинокомплектов данного вида, ед.; $N_{\text{ц}}^{\text{ф}}$ – порядковый номер последнего фактически выпущенного цехом машинокомплекта в предыдущем месяце.

Объединение таких частных заданий по всей номенклатуре выпускаемых цехом машинокомплектов выражает общее месячное производственное задание цеху. Построенное месячное задание дополняется календарным графиком комплектования изделий по неделям. Последующий контроль за ходом производства осуществляется с помощью контрольного графика комплектации в разрезе отдельных цехов и участков. Основным достоинством системы планирования по комплектовочным номерам является ее простота. При использовании такой системы не требуется выдавать цехам коррективы к ранее установленным производственным заданиям в зависимости от фактического выполнения плана за предыдущий месяц, поскольку невыполненная часть плана автоматически включается в задание на последующий месяц. Основной недостаток данной системы планирования состоит в том, что в силу разной трудоемкости своего изготовления входящие в машинокомплект партии деталей различного наименования вынуждены пролеживать в ожидании изготовления наиболее трудоемких деталей, и чем больше разница в трудоемкости, тем более длительным

является такое пролеживание. В связи с этим практическое применение данной системы ОКП обычно ограничивается теми случаями, когда число входящих в машинокомплект деталей относительно невелико и сами эти детали сходны по длительности цикла своего изготовления.

Система *планирования по опережениям* применяется при изготовлении серий мелких изделий с незначительным циклом сборки, объемы выпуска которых по месяцам существенно изменяются. В данной системе ОКП в качестве плано-учетной единицы используется партия (серия) одноименных изделий, деталей или заготовок, а базовым календарно-плановым нормативом, на котором строятся плановые расчеты, выступает опережение запуска и выпуска партии в каждом из цехов по сравнению с заключительным звеном производства. Плановые расчеты в данной системе ОКП выполняются по следующей схеме. Вначале на основе утвержденной производственной программы для предстоящего квартала и месяца рассчитываются оптимальные размеры партий по каждому наименованию конечных изделий. Далее на основе расчетов длительности каждой из стадий изготовления изделия строится единый цикловой график производственного процесса, учитывающий межцеховое и межоперационное пролеживание партий деталей и узлов. На основе построенного циклового графика устанавливаются опережения запуска и выпуска партий каждого вида деталей, комплектующих конечные изделия, по отношению к срокам выпуска соответствующих партий таких изделий. После этого на основе объединения выполненных расчетов по всем видам деталей и сборочных единиц проводится составление производственных заданий цехам, которые корректируются с учетом располагаемого фонда времени работы оборудования данных цехов. Контроль за ходом производства при данной системе ОКП осуществляется по графикам комплектования серий конечных изделий и связанным с ними графикам запуска в обработку деталей и узлов по обрабатывающим и заготовительным цехам.

Система *планирования по заделам* применяется при достаточно устойчивом выпуске изделий по месяцам с небольшими колебаниями в количественном отношении. Основная идея данной системы ОКП состоит в том, чтобы обеспечить постоянное обеспечение всех стадий производственного процесса заделами полуфабрикатов и узлов различной степени готовности и поддерживать расчетный уровень таких заделов по каждому виду предметов труда применительно к каждому из цехов. При данной системе процесс планирования производства

выполняется по следующему алгоритму. Вначале на основе утвержденного распределения годовой производственной программы определяется количество готовых изделий всех видов, подлежащих выпуску в плановом месяце. Далее для каждого из таких изделий устанавливается номенклатура комплектующих его деталей и определяется величина условного комплекта одноименных деталей, идущих на укомплектование одного конечного изделия. Рассчитанный условный комплект деталей является базовой планово-учетной единицей данной системы ОКП. Затем на основе технологических документов по изготовлению конечных изделий рассчитываются опережения запуска-выпуска партий каждого вида деталей в промежуточных цехах и на основе этого устанавливаются нормативные величины складских заделов таких деталей. После этого по результатам инвентаризации устанавливается фактическая величина заделов, которая сопоставляется с рассчитанной нормативной величиной. Полученная разница числа деталей, поделенная на размер условного комплекта, характеризует количество конечных изделий, которые могут быть реально укомплектованы за счет имеющегося задела. Данное количество сопоставляется с заданной на плановый месяц программой выпуска изделий, в результате чего устанавливается необходимое количество условных комплектов каждого вида деталей, которые требуется изготовить в предстоящем месяце. Затем на основе объединения выполненных расчетов по всей номенклатуре деталей и распределения их между цехами в соответствии с индивидуальными технологическими маршрутами для каждого из обрабатывающих и заготовительных цехов составляются индивидуальные производственные задания по выпуску условных комплектов каждого вида деталей и заготовок.

Единичное и мелкосерийное производство характеризуется выпуском изделий единицами или небольшими сериями по отдельным заказам. Повторяемость выпуска изделий при этом либо отсутствует полностью, либо нерегулярна и не влияет на существенные особенности ведения производственного процесса. Главная цель ОКП в этих условиях состоит в том, чтобы обеспечить своевременное выполнение существующих заказов клиентов, равномерную загрузку всех участков и звеньев производства при минимальных по длительности циклах изготовления продукции. Наибольшее распространение в производствах данного типа получили позаказная, комплектно-сборочная системы планирования, а также система планирования «на склад».

В *позаказной системе планирования* планово-учетной единицей для сборочных цехов выступает заказ готовых изделий, для обрабатывающих и заготовительных цехов – комплект деталей или заготовок, необходимых для изготовления заказанного количества изделий. Базовыми календарно-плановыми нормативами данной системы ОКП являются длительность производственного цикла изготовления заказов, а также опережения запуска и выпуска комплектующих их деталей и узлов по промежуточным производственным подразделениям. Выполнение плановых расчетов в данной системе ОКП осуществляется по следующей схеме. Вначале с учетом договорных сроков выполнения заказа строится календарный график (циклограмма) общей сборки изделия. В такой циклограмме, основанной на верной схеме сборки, фиксируется продолжительность сборочного цикла и устанавливается очередность монтажа отдельных узлов изделия. После этого с учетом установленного времени межоперационного и межцехового пролеживания составляется сквозной цикловой график изготовления всех необходимых узлов и деталей заказанного изделия и график подготовки производства. На основе данного графика устанавливаются календарные опережения каждой из стадий выполнения заказа. После установления таких опережений для всех прочих заказов для каждого из цехов составляются первоначальные варианты производственных заданий в натуральном и трудовом выражении. Далее такие задания подвергаются проверке на соответствие фонду времени работы оборудования цехов, по результатам которой проводится корректировка первоначального календарного графика за счет сдвига сроков изготовления отдельных деталей и узлов. В результате формируется итоговый вариант производственных заданий, в котором отдельные заказы являются согласованными друг с другом по срокам выполнения. В целом данная система ОКП схожа с применяемой в серийном производстве системой планирования по опережениям, однако отличается от последней тем, что, во-первых, предполагает включение в общий цикловой график выполнения заказа работ по подготовке производства, а во-вторых, предполагает комплектование каждого из заказов отдельными деталями и узлами, а не их партиями. При обычной позаказной системе ОКП, вследствие параллельного изготовления и последовательной подачи на генеральную сборку отдельных узлов изделия, неизбежно возникает пролеживание деталей и сборочных единиц между смежными стадиями производства. В случаях, когда такое пролеживание оказывается достаточно длительным

(например, при изготовлении сложного изделия с длительным циклом окончательной сборки) издержки от замораживания оборотных средств в производственных заделах могут оказаться неприемлемо высокими. В таких условиях для минимизации пролеживания незавершенного производства может применяться одна из разновидностей позаказной системы ОКП, называемая *комплектно-сборочной системой планирования*. Данная система во многом схожа со стандартной позаказной системой, однако в ее рамках подача деталей на сборку планируется в несколько очередей в виде сборочных комплектов. Для каждой очереди устанавливается состав сборочных комплектов, из которых собирается изделие. Сроки подачи сборочных комплектов определяются календарным опережением начала данной очереди сборки по отношению к сроку выпуска конечных изделий. Исходя из сроков подачи комплектов на сборку и на основе расчетов длительности цикла их изготовления устанавливаются дифференцированные сроки начала изготовления отдельных деталей и узлов изделия в заготовительных и обрабатывающих цехах. Отличие данной системы от применяющейся в серийном производстве системы планирования по цикловым комплектам состоит в том, что здесь в комплекты объединяются отдельные детали и узлы, а не их партии.

Система планирования «на склад» применяется для регламентирования процессов производства унифицированных и стандартизированных деталей, регулярно потребляемых сборочными подразделениями (различных крепежей, метизов и т. д.). Сущность данной системы ОКП заключается в выстраивании процесса производства стандартизированных деталей таким образом, чтобы на складах предприятия непрерывно поддерживался их определенный запас, достаточный для бесперебойного снабжения сборочных подразделений. Планово-учетной единицей в данной системе ОКП является партия одноименных стандартизированных деталей, а базовыми календарно-плановыми нормативами – длительность цикла изготовления такой партии и норматив складского задела деталей соответствующего наименования. Для обеспечения своевременного запуска в обработку партий стандартизированных деталей в данной системе ОКП осуществляется систематический контроль за фактическим состоянием складских заделов по деталям соответствующих наименований. На каждую разновидность деталей заводится собственная учетная карточка, в которой указываются цех-изготовитель, нормативная величина задела, а также величина запаса, соответствующая «точке запуска». На основе учета

динамики фактических заделов по всей номенклатуре стандартизированных деталей разрабатываются производственные задания соответствующим цехам-изготовителям, оформляемые в виде календарных графиков запуска и выпуска партий из отработки.

ТЕМА 19. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

- Основные факторы и направления развития современных систем оперативного управления производством.
 - Специфика оперативного управления производством по системе «точно вовремя».
 - Основные особенности систем управления производством класса MRP.
-

19.1. Основные факторы и направления развития современных систем оперативного управления производством

Современные тенденции развития систем ОУП в экономически развитых странах определяются рядом факторов, основными из которых являются:

1) существенное усложнение и интенсификация производственных процессов, выдвигающие дополнительные требования к точности и скорости принятия управленческих решений в сфере производственной деятельности;

2) усиление уровня рыночной конкуренции, требующее целенаправленного сокращения уровня производственных затрат и повышения гибкости производства;

3) повышение степени внутренней и внешней интегрированности подразделений предприятий, требующее повышения уровня согласованности решений по управлению производством с мероприятиями по управлению маркетинговой, научно-исследовательской, финансовой деятельностью предприятий.

Совместное действие выделенных факторов привело к выделению двух базовых направлений современного развития систем ОУП промышленных предприятий:

– постепенный переход от «выталкивающих» систем управления производством к «вытягивающим» системам, построенным на принципе «точно вовремя» (JIT – Just in time), в частности, к системам типа «Канбан»;

– целенаправленный переход к комплексной автоматизации систем управления производством, в частности, внедрение интегрированных систем ОУП класса MRP (Manufacturing resource planning).

Появление первой из указанных тенденций обусловлено существованием двух базовых типов систем управления производственным потоком:

– системы, движение материального потока в которых основано на принципе «выталкивания» материальных ресурсов предыдущим производственным звеном на последующее на всем пути их продвижения в цепи поставок;

– системы, движение материального потока в которых основано на принципе «вытягивания» материальных ресурсов последующим производственным звеном с предыдущего на всем пути их продвижения в цепи поставок.

Оба вида систем находят широкое использование на различных предприятиях, нацелены на удовлетворение потребности последующего производственного звена за счет соответствующей (по объему, срокам, качеству и т. д.) поставки от предшествующего звена. Различие между такими системами управления производством касается способов управления движением потоков и в первую очередь – степени централизации планирования поставок по межзвенным передачам.

«Выталкивающая» система управления производством с централизованным планированием (рис. 19.1) предполагает, что каждое производственное подразделение получает конкретные задания на плановый период и отчитывается об их выполнении перед центральными плановыми органами предприятия. Изготовленную продукцию и полуфабрикаты каждое из подразделений передает на соответствующий склад в заранее оговоренном количестве. При таком подходе и само производственное подразделение, и центральные органы планирования интересуют только соблюдение сроков и объемов выполнения плановых заданий.

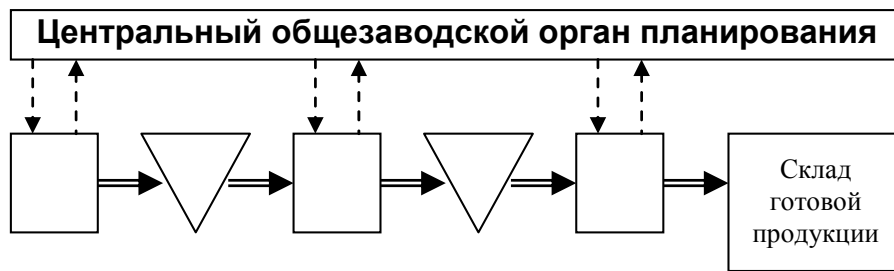
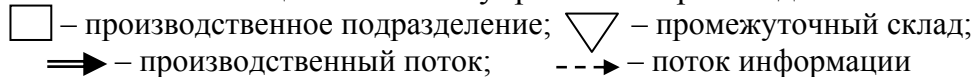


Рис. 19.1. Логическая структура функционирования

«выталкивающей» системы управления производством:



Каждое отдельное подразделение в такой системе существует как бы изолированно и действует на основе заранее централизованно составленных производственных планов. Его не интересует, что будет с продукцией или полуфабрикатами, которые оно отправляет на промежуточный склад, и насколько велики на этом складе остатки продукции предыдущего месяца. В связи с этим при наличии остатков на складе в такой системе возникает избыток производственных запасов, а при задержке с пополнением запасов возникает дефицит, способный нарушить ход производственного процесса. При возникновении изменений в спросе или поставках ресурсов поставщиками все производственные планы предприятия должны оперативно пересматриваться, что резко увеличивает трудоемкость управленческого процесса.

В целом, «выталкивающие» системы управления производственным процессом являются эффективными только при стабильных производственных условиях с неизменными параметрами спроса на продукцию и значительными объемами ее выпуска. В условиях же динамичного рыночного окружения такие системы оказываются неспособными быстро адаптироваться к динамике спроса и быстро утрачивают свою эффективность.

«Вытягивающая» система управления производством с децентрализованным планированием (рис. 19.2) предполагает только укрупненное централизованное планирование в среднесрочный период (от одного до трех месяцев) и выделение на его основе ресурсов всем стадиям и процессам производства продукции. В реальном времени центральный плановый орган в такой системе контролирует лишь процесс выпуска готовой продукции в соответствии с выявленным рыночным спросом (т. е. процесс работы последнего в технологической цепочке подразделения), формируя график изготовления конеч-

ных изделий. В соответствии с таким графиком последнее в цепочке производственное подразделение отбирает необходимые ему полуфабрикаты и ресурсы с ближайших промежуточных складов, сократившиеся запасы которых восполняются предшествующими производственными подразделениями – поставщиками полуфабрикатов. Таким образом, в описанной системе процессы движения информации и формирования производственных заданий для подразделений автоматически выстраиваются в направлении, обратном ходу основного производственного процесса.

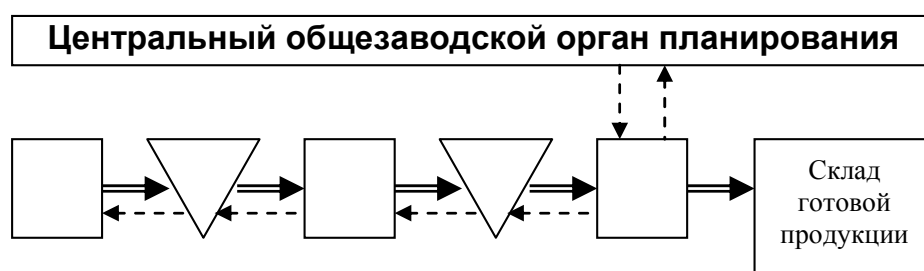


Рис. 19.2. Логическая структура функционирования «вытягивающей» системы управления производством

Помимо прочего, существенное различие «вытаскивающей» и «вытягивающей» систем управления производством заключается в том, что они опираются на различные подходы к установлению ритма, определяющего движение производственного потока. Причина этого состоит в том, что «вытаскивающая» и «вытягивающая» системы ориентируются на различный характер спроса. «Вытаскивающая» система ориентирована преимущественно на относительно постоянный спрос в течение довольно длительного промежутка времени. Поэтому в основе всех плановых расчетов она может использовать постоянные значения ритма изготовления продукции. Системы же «вытягивающего» типа в качестве планового периода для определения средних оборотных заделов рассматривают периоды от одного до трех месяцев. Оперативное управление в этих системах производится на значительно меньшем горизонте планирования (вплоть до нескольких часов). Поэтому значения ритма в этих системах переменны и носят характер, подчиненный нормативному уровню производственных запасов и заделов.

«Вытягивающая» система ОУП в общем случае является гораздо более гибкой и мобильной по сравнению с «вытаскивающей», что достигается за счет децентрализации работы по составлению производст-

венных заданий, ликвидации излишних производственных запасов на промежуточных складах и установлению тесного взаимодействия между подразделениями, объединенными в технологическую цепочку. В связи с этим системы данного типа в современной промышленности получают все большее распространение, вытесняя традиционные «выталкивающие» системы управления производством.

19.2. Специфика оперативного управления производством по системе «точно вовремя»

Базовым принципом всех «вытягивающих» систем управления производством является принцип «точно вовремя», основная идея которого состоит в том, чтобы производить и поставлять продукцию именно тогда, когда она должна быть поставлена покупателю, изготавливать детали не впрок, а непосредственно для подачи на сборку, и получать исходное сырье в момент, необходимый для изготовления деталей. При этом исключаются материально-технические запасы и незавершенное производство, что выгодно по финансовым соображениям и обеспечивает большую гибкость производства, позволяя приспособиться к изменяющимся требованиям рынка.

Наиболее известной и отработанной разновидностью «вытягивающих» систем управления производством, построенных на принципах «точно вовремя», является система «Канбан». Первоначально данная система ОУП была разработана и внедрена в производственных подразделениях фирмы «Тойота», однако на сегодняшний день используется многими промышленными компаниями как внутри, так и за пределами Японии.

Ключевым внутрипроизводственным элементом системы «Канбан» является оригинальный «вытягивающий» механизм передачи незавершенного производства по стадиям производственного процесса. Заказ на изготовление деталей в системе «Канбан» поступает с рабочего места, находящегося «ниже» по ходу производственного процесса, на рабочее место, расположенное «выше». Обычно это происходит без использования электронно-вычислительной техники путем передачи специальных карточек в контейнерах для деталей. Таким образом, на конкретные детали поступает «твердый» заказ и именно в тот момент, когда в них возникает потребность. При такой организации машиностроительное производство по своему характеру приближается к предприятиям с непрерывными производственными процессами.

Карточка «Канбан» – это инструмент для обеспечения управления производством по системе «точно вовремя», представляющий собой сопроводительную карточку в прямоугольном пластиковом конверте. В большинстве случаев используются два типа карточек: карточка отбора и карточка производственного заказа. В карточке отбора указываются вид и количество изделий, которые должны поступить с предшествующего производственного участка на последующий; в карточке производственного заказа указываются вид и количество продукции, которая должна быть изготовлена на предшествующей технологической стадии. В системе «Канбан» используются и другие виды карточек. Так, для получения комплектующих изделий или материалов от поставщика используется «карточка поставщика» или «карточка субподрядчика». Эта карточка содержит инструкции по поставке комплектующих изделий.

В общем случае, система «Канбан» не обязательно включает в себя описанные карточки. В ней могут использоваться и другие оптические или акустические информационные устройства, например система автоматической регистрации производственных данных, телеайп, телефон или светосигнальные системы.

Функционирование системы «Канбан» базируется на следующих основных принципах:

- 1) пересылаться могут только качественные изделия;
- 2) заказывается только необходимое количество деталей согласно плану;
- 3) производится только точное количество изделий, требуемое покупателем;
- 4) производственный процесс регулируется на заключительных этапах – во время сборки и отправки готовой продукции, а не посредством производственных календарных планов.

Основными составляющими системы «Канбан» являются:

- организация кружков качества, охватывающих весь персонал;
- наличие постоянных поставщиков;
- поставка сырья и полуфабрикатов непосредственно к рабочим местам;
- тесное взаимодействие рабочих и руководителей в ходе производственного процесса.

Необходимо учитывать, что для использования системы «Канбан» необходимо наличие ряда достаточно специфических условий, создание которых зачастую является весьма труднореализуемым. К таким условиям относятся:

– использование фиксированного набора материалов, компонентов и узлов;

– минимизация подготовительно-заключительного выполнения технологических операций за счет применения современных технологий переналадки оборудования;

– применение групповой технологии и привлечение высококвалифицированных рабочих, способных обслуживать оборудование различных типов и быстро переходить к выполнению новых производственных заданий;

– передача функции контроля за качественными параметрами производимых изделий непосредственно производственным рабочим с закреплением за ними ответственности за уровень качества и предоставлением им права приостанавливать производственный процесс для устранения причин брака;

– использование услуг нескольких надежных поставщиков и субподрядчиков, действующих с большой ответственностью.

Весьма важным условием использования системы «Канбан» является непосредственная поставка сырья и полуфабрикатов к началу производственного процесса, что позволяет практически полностью отказаться от накопления складских запасов. Это обеспечивается за счет следующих факторов:

– географическая близость поставщика и потребителя (не более одного дня пути);

– минимальное число поставщиков и наличие долгосрочных связей с каждым из них;

– гарантированное качество поставляемой продукции, исключая необходимость операций по проверке поставок;

– доставка сырья и полуфабрикатов непосредственно к тому пункту производственной системы, где они должны использоваться.

«Канбан» является децентрализованной системой, существенно отличающейся от комплексных автоматизированных систем управления производством класса MRP. В системе, организованной по методу «Канбан», перемещение деталей от операции к операции предельно упрощено, склады деталей и полуфабрикатов максимально приближены к операциям, в результате сведено к минимуму время, в течение которого деталь находится в пути. Производство, организованное по принципам MRP, концентрируется вокруг автоматизированной системы хранения, поиска и конвейеров, перемещающих детали к складу и от него.

Разница между системами класса MRP и «Канбан» состоит не только в различной логике их внутреннего построения, но также и в том, что они обуславливают различное умонастроение персонала. Системы ОУП класса MRP не требуют принципиальной реорганизации производства и принимают его таким, какое оно есть (в отношении сроков изготовления буферных запасов, размера, серий, процента брака и т. д.). Система «Канбан» прежде всего направлена на совершенствование производства. Ключевой принцип «Канбан» – постоянное стремление к улучшению показателей, поскольку основными ориентирами в этой системе являются «ноль запасов», «ноль дефектов» и «ноль простоев». Помимо этого существенным достоинством «Канбан» является возможность создания системы точного и строгого управления производственным процессом без применения сложной электронно-вычислительной техники и развитых автоматизированных информационных сетей.

19.3. Основные особенности систем управления производством класса MRP

Современные производственные процессы в большинстве отраслей промышленности отличаются высокой внутренней сложностью и интенсивностью своего протекания. В связи с этим важное значение для обеспечения эффективности управления современным производством приобрели такие факторы, как скорость принятия управленческих решений, их точность, а также обеспечение согласованности таких решений с действиями в области маркетинга, финансов и НИОКР. В таких условиях естественным направлением развития систем ОУП стала их комплексная автоматизация, приведшая к появлению интегрированных систем управления производством класса MRP. Системы данного типа были разработаны в США и поддерживаются Американским обществом контроля производства и запасов (APICS). Данной организацией был создан и регулярно обновляется специальный стандарт (MRP-II Standart System), в котором фиксируются основные требования к интегрированным информационным системам автоматизированного управления производством.

Основными задачами, на решение которых ориентировано использование автоматизированных систем ОУП класса MRP, являются:

1) среднесрочное и оперативное, укрупненное и детализированное планирование деятельности предприятия с возможностью корректировки плановых данных на основе оперативной информации;

2) контроль всего цикла производства с возможностью влияния на него в целях достижения высокой эффективности использования производственных мощностей, всех видов ресурсов и удовлетворения потребностей заказчиков;

3) получение оперативной информации (отчетов) о текущих результатах деятельности предприятия, как в целом, так и с полной детализацией по отдельным заказам и видам ресурсов;

4) оптимизация движения производственных потоков за счет повышения их непрерывности, пропорциональности и параллельности;

5) автоматизация работы сбытовых служб с полным контролем платежей, объемов отгрузки продукции и сроков выполнения договорных обязательств;

6) финансовое планирование и контроль деятельности предприятия в целом.

Базовыми *отличительными особенностями* систем класса MRP являются их интегрированность и гибкость.

Интегрированность систем MRP проявляется в том, что в таких системах управление отдельными функциональными подразделениями предприятия (производственными, финансовыми, маркетинговыми и т. д.) логически взаимосвязано за счет применения сложных охватывающих все предприятие информационных сетей и специальных информационных технологий принятия и корректировки управленческих решений.

Гибкость систем MRP основана на модульном принципе их построения, выражающемся в том, что такого рода автоматизированные системы формируются из ряда специализированных информационных подсистем (информационных модулей), которые могут компоноваться вместе в различных формах в зависимости от особенностей конкретного предприятия.

Историческое развитие систем класса MRP началось с создания в 1970-х гг. первой разновидности таких систем, получившей название MRP-I. Данная система представляла собой локальную автоматизированную систему планирования потребности в материалах и комплектующих и охватывала только деятельность производственных и снабженческих служб предприятий. Функционирование системы MRP-I осуществлялось следующим образом. Вначале рассчитывался основной календарный план производства, в котором фиксировался план выпуска готовых изделий по периодам времени. После его утверждения устанавливалась потребность в сырье и комплектующих, в

том числе и по каждому их виду. Затем определялось, когда производственным подразделениям следует начать работу, а снабженческим службам – закупать необходимые материалы, чтобы изготовить конечные изделия с учетом заданных сроков их передачи заказчикам. Система работала достаточно стабильно, однако не могла справляться с нереальными производственными календарными планами, которые не учитывали ограничений, налагаемых имеющимися производственными мощностями. Кроме того, система MRP-I не обеспечивала возможности отслеживания финансовых показателей деятельности предприятия и корректировки планов производства в соответствии с требуемой динамикой таких показателей.

Ограниченность системы MRP-I потребовала ее качественного изменения, что привело к появлению комплексных автоматизированных систем ОУП класса MRP-II, которые на сегодняшний день являются наиболее распространенными автоматизированными системами управления производством. Основными идеями, заложенными в основу таких систем, стали:

- увязка планов предприятия по выпуску продукции и закупке необходимых материалов с планами динамики производственных мощностей, финансовыми планами и общими бизнес-планами развития предприятия на среднесрочную перспективу;

- интеграция плановой функции со всеми прочими функциями управления производством, в частности с производственным контролем, учетом и регулированием.

В целом, *отличия систем класса MRP-II* от первоначально созданных систем MRP-I сводятся к трем основным моментам:

- 1) создание автоматизированного информационного механизма интеграции деятельности различных функциональных подсистем предприятия (производственной, маркетинговой, сбытовой, финансовой);

- 2) охват всех основных стадий управленческого процесса (стадии планирования, контроля, учета и регулирования);

- 3) обеспечение полного комплекса прямых и обратных связей между отдельными стадиями планирования и управления производственным процессом.

Общий алгоритм функционирования систем класса MRP-II схематично представлен на рис. 19.1. Данный алгоритм является непрерывным и циклически повторяется в каждом последующем промежутке времени. Основными *информационными «входами»* в каждый отдельный цикл данного алгоритма являются:

- результаты стратегического планирования деятельности предприятия, фиксирующие общекорпоративные цели и сферы деятельности предприятия на предстоящий период;
- выявленные в результате маркетинговой деятельности параметры рыночного спроса на продукцию предприятия;
- отчетные данные о производственных затратах и степени использования основных ресурсов предприятия, относящиеся к предшествующему периоду времени.

Внутри каждого отдельного цикла управления производством с помощью систем класса MRP-II обеспечивается возможность текущей корректировки принимаемых управленческих решений и разрабатываемых планов за счет сложного комплекса прямых и обратных связей между отдельными локальными автоматизированными системами управления. Таким образом, системы класса MRP-II позволяют моделировать альтернативные варианты хода производственного процесса по схеме «что – если» и выбирать тот вариант, который в наибольшей степени соответствует целям и потенциалу предприятия.

Гибкость систем класса MRP-II и охват ими основных функций управления производством основываются на модульном принципе их построения, при котором общая автоматизированная система управления komponуется из универсальных информационных подсистем (модулей), ориентированных на обеспечение деятельности отдельных функциональных подразделений предприятия или на обеспечение отдельных управленческих функций.

В целом, стандарт MRP-II Standart System рекомендует формирование автоматизированных систем управления производством на основе 16 локальных автоматизированных подсистем управления, которые могут быть сгруппированы в более крупные интегрированные информационные модули. Минимальная комбинация таких модулей, способная обеспечить приемлемое функционирование всей системы MRP-II, включает в себя такие модули (локальные АСУ), как «Производство», «Финансы», «Сбыт, снабжение, склады», «Транспорт» и «Информационная система руководителя». Помимо этого системы класса MRP-II в качестве своих составных элементов используют такие достаточно самостоятельные АСУ, как MRP-I и CRP (система планирования производственных мощностей). Место таких частных АСУ в общей системе управления производством, основанной на принципах MRP-II, отражено на рис. 19.3.

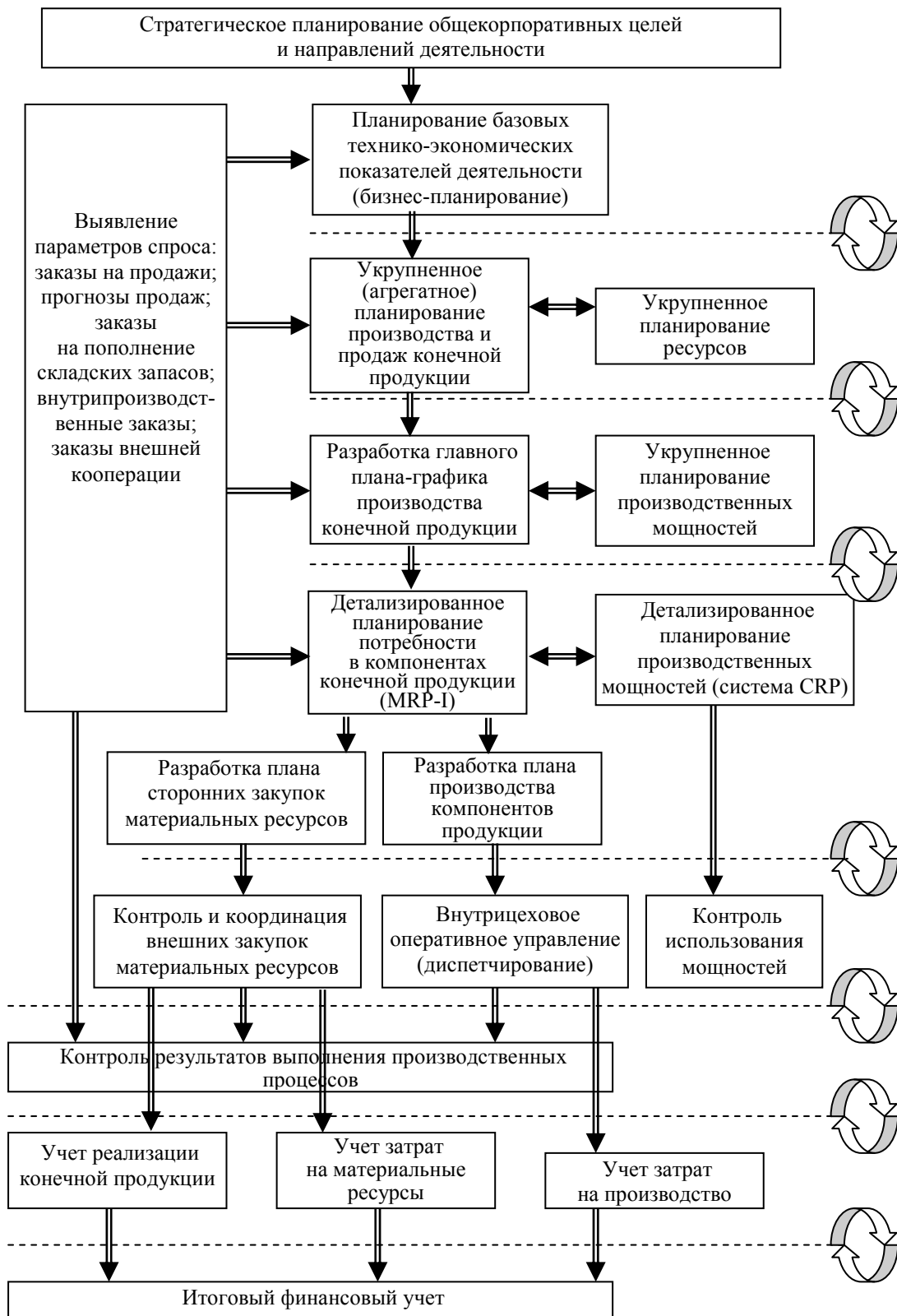


Рис. 19.3. Общая схема процессов планирования и управления производством, реализуемых в рамках систем класса MRP-II:



– циклы обратных связей между смежными стадиями планирования и управления производством

Сопоставление систем управления производством, построенных на принципах «точно вовремя», и систем класса MRP-II показывает, что принципиальное различие между такими системами начинает проявляться не на этапе производственного планирования (хотя и здесь системы «точно вовремя» отличаются существенно меньшим горизонтом плановых расчетов), а на этапе исполнения разработанных планов.

Идеология систем «точно вовремя» основывается на использовании только такого количества оборудования, которое необходимо для выполнения работ, на оптимальной численности производственных рабочих, партий минимального размера, а также на высвобождении производственных помещений, уменьшении числа используемых контейнеров, повсеместном специализированном контроле. В результате этого планирование производственных процессов может быть сведено к минимуму, а при исполнении планов система позволяет минимизировать потери, задержки во времени на каждом этапе продвижения материальных потоков – от получения исходных материалов до доставки продукции конечным потребителям.

В то же время системы класса MRP-II представляют собой инструмент адаптивного планирования для реализации стратегических целей фирмы в маркетинге, производстве, логистике и финансах.

Современная микропроцессорная техника и программное обеспечение позволили таким системам функционировать в режиме реального времени с ежедневным обновлением баз данных, что значительно повысило эффективность производственного планирования.

Вместе с тем оперативное управление производственными процессами (т. е. этап исполнения планов) в таких системах обычно осуществляется традиционными методами, что при недостаточной упорядоченности и постоянном изменении внутренней среды предприятия представляет существенные сложности и сдерживает рост эффективности выполнения оптимизированных производственных планов.

Таким образом, системы класса MRP-II в большей степени ориентированы на *планирование* производственных процессов, в то время как системы «точно вовремя» (например, система «Канбан») – на оперативное управление процессами производства.

Это, в частности, позволяет в ряде случаев рассматривать такие системы как взаимодополняющие элементы управления производством. В настоящее время промышленными компаниями многих стран

предпринимаются попытки создать комбинированные системы MRP-II – «Канбан» для взаимного устранения недостатков, присущих каждой из них в отдельности. Обычно в таких комбинированных системах MRP-II используют для прогнозирования, долго- и среднесрочного планирования спроса, сбыта, производства и закупок, а «Канбан» – для оперативного управления ходом производства и поставок. Такие интегрированные системы управления производством принято называть системами класса MRP-III.

ТЕМА 20. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ КАЛЕНДАРНО-ПЛАНОВЫХ НОРМАТИВОВ

- Назначение и структура календарно-плановых нормативов.
 - Состав и особенности календарно-плановых нормативов в серийном производстве.
 - Специфика календарно-плановых нормативов в массовом и единичном производстве.
-

20.1. Назначение и структура календарно-плановых нормативов

Функционирование всех систем оперативно-календарного планирования основывается на расчете и контроле за соблюдением комплекса календарно-плановых нормативов производства (КПН).

Календарно-плановые нормативы – это совокупность расчетных параметров, определяющих способ построения производственного процесса во времени и пространстве и обеспечивающих протекание такого процесса с максимальной степенью эффективности.

Соблюдение установленных КПН позволяет в полной мере использовать все виды производственных ресурсов, обеспечивает сокращение длительности цикла изготовления изделий и позволяет минимизировать замораживание оборотных средств предприятия в незавершенном производстве.

Базовыми КПН, используемыми при оперативном управлении производством, являются:

1) длительность производственного цикла обработки отдельных деталей, узлов и изделий, а также длительность цикла изготовления их партий;

- 2) периодичность чередования (ритмы) и темпы выпуска отдельных деталей и их партий;
- 3) размеры партий обрабатываемых предметов труда;
- 4) опережения запуска и выпуска партий предметов труда по стадиям производственного процесса и производственным подразделениям предприятия;
- 5) объемы производственных заделов.

Исходной базой для расчета КПН производства являются:

- 1) годовая производственная программа выпуска изделий и запасных частей с разбивкой по кварталам (месяцам);
- 2) технологические процессы на обработку деталей, сборку сборочных единиц и изделий с указанием в них технологических маршрутов по операциям и цехам, норм времени и расценок, материальных нормативов, лимитов на зарплату, рабочую силу и расходование материальных ресурсов;
- 3) сведения о наличии оборудования и площадей по цехам и режимах их работы (сменности).

Для расчета КПН на практике применяется 3 группы методов: статистические, аналитические и экономико-математические (оптимизационные).

Статистические методы основаны на ретроспективной оценке величины соответствующих КПН в предшествующих временных периодах и обычно предполагают усреднение ранее наблюдавшихся значений КПН (длительности производственных циклов, величин межоперационных перерывов и т. п.).

Аналитические методы предполагают детализированную оценку КПН по специальным расчетным формулам. Такие методы являются достаточно трудоемкими, однако обеспечивают наибольшую точность расчетов КПН. Наиболее часто методы данного типа применяются в крупносерийном и массовом производстве, и с их помощью могут рассчитываться все виды КПН.

Экономико-математические методы позволяют оптимизировать величину КПН под конкретные производственные условия. Чаще всего такие методы используются в массовом производстве при расчете периодичности (ритма) изготовления деталей и в серийном производстве при определении оптимальных размеров партий.

Временная размерность КПН может различаться в зависимости от типа производства. Так, если в единичном и мелкосерийном производстве КПН могут относиться к периоду от недели до суток, то в

массовом производстве они могут быть ориентированы на промежутки времени от рабочей смены до минут.

Точность КПН увеличивается с ростом серийности производства и достигает своего максимума в массовом производстве.

Наиболее развернутые КПН используются в серийном производстве, в массовом же и единичном производствах их перечень существенно сокращается за счет тех КПН, которые связаны с партионностью (серийностью) производства.

20.2. Состав и особенности календарно-плановых нормативов в серийном производстве

Условия серийного производства отличаются тем, что здесь обработка и изготовление предметов труда осуществляется партиями (сериями), причем партии деталей различных наименований постоянно чередуются друг с другом.

В таких условиях оперативное управление производственным процессом основывается на следующих основных КПН:

1. Размеры партий деталей различных наименований. Размер партии – это количество одноименных предметов труда, которые обрабатываются с однократной затратой подготовительно-заключительного времени, т. е. без переналадки оборудования между отдельными деталями. Нормативные размеры партий могут устанавливаться детализированными и упрощенными методами, основанными на стремлении обеспечить ритмичность производства, возможно полную загрузку рабочих мест и возможно полное использование фонда времени работы оборудования.

2. Периодичность выпуска отдельных предметов труда (деталей). Периодичность выпуска отдельных деталей характеризует такой промежуток времени, по истечении которого из обработки должна быть выпущена очередная аналогичная деталь. Если периодичность выпуска является постоянной, то она называется ритмом выпуска деталей и определяется по формуле

$$r = \frac{F_{\text{н}}}{N_{\text{в}}}, \quad (20.1)$$

где $F_{\text{н}}$ – номинальный фонд рабочего времени в плановом периоде, дн., ч, мин; $N_{\text{в}}$ – общее количество деталей рассматриваемого вида, подлежащих выпуску в плановом периоде, ед.

3. Периодичность запуска и выпуска партий предметов труда. Под *периодичностью* изготовления партий понимается промежуток времени, через который в обработку запускается или из обработки выходит очередная партия предметов труда. Если такая периодичность является постоянной, то она называется ритмом чередования партий и определяется по формуле

$$R = n \cdot r, \quad (20.2)$$

где n – размер партии обрабатываемых предметов труда, ед.

Графическая иллюстрация ритмичности изготовления отдельных деталей и их партий представлена на рис. 20.1.

В общем случае ритмы выпуска отдельных деталей и их партий не являются постоянными величинами. В зависимости от величины эффективного фонда рабочего времени каждого из подразделений и нормативной величины партий в этих подразделениях ритмы могут различаться. В связи с этим одной из важных задач оперативного управления в серийном производстве является такая синхронизация фондов времени работы оборудования и размеров партий, которая позволяет обеспечивать единый ритм производства и, за счет этого, – минимизацию величины внутрипроизводственных заделов.

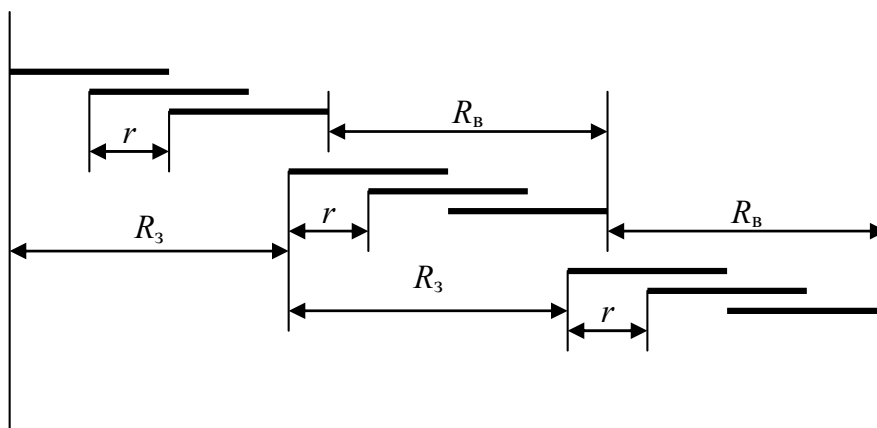


Рис. 20.1. График запуска-выпуска трех серий изделий

4. Темпы выпуска отдельных предметов труда и их партий. Темпы являются величинами, обратными ритмам, и показывают, какое количество отдельных деталей или их партий изготавливается в единицу времени:

$$\tau = \frac{N_B}{F_H} = \frac{1}{r}; \quad (20.3)$$

$$T = \frac{1}{R}. \quad (20.4)$$

5. Длительность производственного цикла обработки отдельных предметов труда и их партий. Под *длительностью* цикла изготовления отдельной детали понимается время между моментом запуска данной детали на первую операцию технологического процесса и моментом окончания обработки данной детали на последней операции, включая межоперационные перерывы. Длительность цикла для партии деталей определяется как время между запуском в обработку на первой операции первой детали данной партии и временем окончания последней операции для последней детали партии. Расчет длительности цикла обработки партий деталей проводится по специальным формулам, учитывающим принятый способ сочетания технологических операций (последовательный, параллельный или последовательно-параллельный способы). Для сборочных единиц длительность цикла определяется по цикловому графику их изготовления, основанному на веерной схеме сборки, и может устанавливаться только тогда, когда все входящие в сборочную единицу детали изготавливаются индивидуально (т. е. не партиями). Длительность производственного цикла напрямую определяет величину незавершенного производства и поэтому должна быть по возможности минимальной, что достигается использованием прогрессивных способов сочетания операций (параллельного и последовательно-параллельного).

6. Опережения запуска и выпуска партий предметов труда по стадиям производственного процесса. Под *опережением* запуска партии деталей на определенную стадию производственного процесса понимается промежуток времени между моментом начала обработки партии на данной стадии и моментом выхода с последней сборочной операции партии готовых изделий, для комплектования которых рассматриваемые детали предназначены.

Опережение выпуска партии – это параметр, аналогичный опережению запуска и отличающийся от последнего на величину длительности цикла обработки рассматриваемой партии на анализируемой стадии производственного процесса (в анализируемом подразделении). Графическая иллюстрация опережений запуска и выпуска партии деталей по подразделениям производственной цепочки представлена на рис. 20.2.

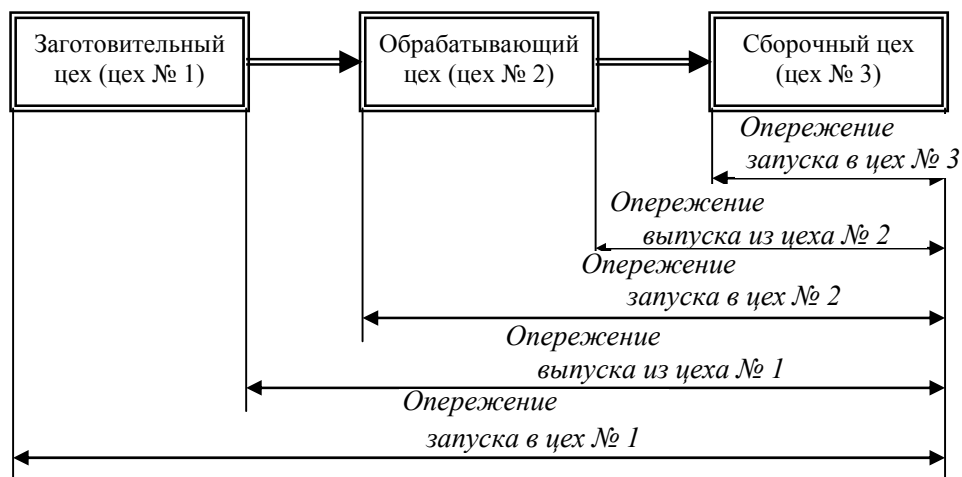


Рис. 20.2. Схема опережений запуска и выпуска партии деталей по цехам

Расчет опережений запуска и выпуска и их соблюдение обеспечивают своевременное выполнение каждой из стадий производственного процесса и позволяют свести к минимуму пролеживание незавершенного производства между отдельными его стадиями. В общем случае в структуру опережений запуска и выпуска включаются следующие элементы:

- длительности производственных циклов обработки предметов труда во всех цехах, начиная с анализируемого;
- перерывы, возникающие между смежными звеньями производства, необходимые для транспортировки предметов труда и оформления внутризаводской документации;
- резервные опережения, создаваемые между смежными звеньями производства для обеспечения бесперебойности их работы при возникновении каких-либо отклонений в ходе производственного процесса;
- временные сдвиги, возникающие из-за неравенства и некратности ритмов чередования партий предметов труда в смежных звеньях производства (цехах).

Таким образом, величина опережений запуска и выпуска больше суммарной длительности производственных циклов обработки партии во всех входящих в производственную цепочку цехах.

7. Производственные заделы. По своему экономическому содержанию заделы являются овеществленным выражением опережений запуска и выпуска, а в натуральной форме выражены в виде запасов незавершенного производства различной степени готовности. В серийном производстве заделы принято делить на внутрицеховые и

межцеховые. При этом к внутрицеховым относятся цикловые, оборотные и страховые заделы, а к межцеховым – транспортные, оборотные и страховые.

Цикловой задел – это общее количество деталей и узлов, которые в рассматриваемый момент времени непосредственно находятся в производственном процессе или ожидают своей обработки у рабочих мест.

Оборотные заделы возникают вследствие различной производительности смежных звеньев производства (т. е. вследствие неравенства ритмов подачи и потребления предметов труда в смежных подразделениях). Увеличение размеров оборотных заделов негативно сказывается на эффективности производственного процесса, поскольку приводит к чрезмерному замораживанию оборотных средств в незавершенном производстве. В связи с этим одной из важных задач системы ОУП является минимизация величины оборотных заделов.

Страховые заделы являются выражением резервных опережений и необходимы для поддержания бесперебойности производственного процесса в последующих подразделениях при возникновении каких-либо отклонений в работе предшествующих подразделений. Оборотные и страховые заделы принято называть складскими, поскольку их хранение осуществляется во внутрицеховых и межцеховых складах и кладовых.

Транспортные заделы возникают между смежными звеньями производства и включают в себя те предметы труда, которые находятся в процессе передачи от предыдущего звена к последующему. Величина таких заделов определяется характером применяемых транспортных средств и режимом их работы. Наличие производственных заделов, также, как и установление опережений запуска-выпуска, является важным условием, обеспечивающим бесперебойность и непрерывность производственного процесса. В то же время излишние и некомплектные заделы отрицательно сказываются на экономических показателях производства. Следовательно, величина производственных заделов должна поддерживаться на уровне, обеспечивающем оптимизацию параметров производства.

20.3. Специфика календарно-плановых нормативов в массовом и единичном производстве

Условия *массового производства* отличаются высокой интенсивностью производственных процессов, стабильностью номенклатуры выпускаемой продукции и ее относительной узостью. Большая

часть производственных процессов в массовом производстве организована поточными методами и реализуется на предметно- и технологически-специализированных линиях. Специфика оперативно-календарного планирования в таких условиях состоит, прежде всего, в том, что в массовом производстве в отличие от серийного понятие «партия предметов труда» используется достаточно редко (только для многопредметных поточных линий и отдельных заготовительных цехов). В связи с этим перечень рассчитываемых в таких условиях календарно-плановых нормативов (КПН) обычно меньше того, который характерен для серийного производства, и не включает в себя те КПН, которые устанавливаются для партий (размеры партий, длительность производственного цикла обработки партий, опережения запуска-выпуска партий и т. д.). В общем случае основными видами КПН, рассчитываемыми в условиях массового производства, являются:

- средние ритмы и темпы запуска-выпуска отдельных деталей, узлов и изделий;

- размеры и ритмы чередования партий (устанавливаются только для многопредметных поточных линий и отдельных заготовительных цехов);

- величины внутрицеховых (внутри- и межлинейных) и межцеховых производственных заделов.

Средние ритмы запуска-выпуска отдельных изделий, сборочных единиц, деталей и *темпы* их выпуска определяются, как правило, для каждого отдельного месяца, так объемы их производства по месяцам года могут изменяться (из-за увеличения выпуска изделий при развертывании производства или уменьшения при свертывании, изменения остатков незавершенного производства, возникновения брака и т. д.). Расчет средних ритмов и темпов запуска-выпуска осуществляется по тем же формулам, что и для условий серийного производства. При этом расчет эффективного фонда времени соответствующих поточных линий осуществляется более детализировано, чем в серийном производстве, с учетом времени регламентированных перерывов. *Внутрилинейные производственные заделы* рассчитываются для установления величины незавершенного производства, возникающего на отдельных поточных линиях. Их основными элементами являются: технологические (на рабочих местах), транспортные, страховые и оборотные заделы. *Межлинейные заделы* характеризуют ту часть незавершенного производства, которая возникает в рамках рассматриваемого цеха, однако не связана непосредственно с работой от-

дельных рабочих мест. Элементами межлинейных заделов могут быть оборотные, транспортные и страховые заделы. Оборотные заделы связаны с разбежками в производительности смежных (сопряженных) линий и возникают только при разных средних ритмах выпуска продукции на таких линиях. Транспортные заделы выражают количество изделий (деталей, сборочных единиц), находящихся в процессе транспортировки от одной линии к другой, и рассчитываются только при непрерывной передаче предметов труда между поточными линиями. *Межцеховые* заделы также могут быть транспортными, оборотными и страховыми. Транспортные заделы учитываются при передаче деталей (сборочных единиц) из цеха в цех транспортными средствами непрерывного действия. Оборотные заделы возникают между цехами в случае неравенства средних ритмов выпуска деталей в смежных цехах или при работе различными размерами партий в смежных цехах. Страховые заделы между цехами, как правило, необходимы для бесперебойного обеспечения работы последующих цехов, так как в массовом производстве, носящем непрерывный характер, остановка работы в любом цехе может вызвать остановку работы в других (следующих по ходу технологического процесса изготовления изделия) цехах и прекращение выпуска продукции заводом. Основными видами КПП, рассчитываемыми в *единичном и мелкосерийном производстве*, являются:

- длительности производственных циклов изготовления деталей и сборочных единиц;
- опережения запуска-выпуска деталей и сборочных единиц;
- длительности производственных циклов сборки конечных изделий.

Длительность производственных циклов изготовления деталей и сборочных единиц в единичном и мелкосерийном производстве устанавливается теми же методами, что и в среднесерийном (аналитическим и графическим). Расчет *длительности циклов сборки серии изделий* в мелкосерийном производстве осуществляется с учетом принятой схемы такой сборки. Основными из таких схем являются:

- последовательная (по окончании сборки одного изделия начинается сборка следующего);
- параллельная (все изделия серии собираются одновременно);
- параллельная со сдвигами (сборка изделий серии запараллелена частично).

Примеры выделенных схем сборки представлены на рис. 20.3.

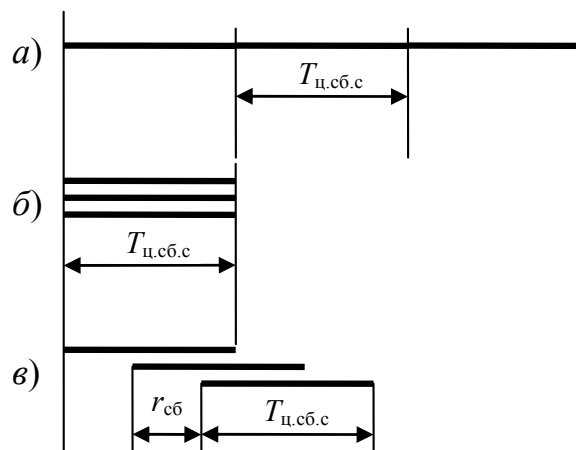


Рис. 20.3. График сборки серии изделий:
 а – последовательная схема сборки; б – параллельная схема сборки;
 в – параллельная схема сборки со сдвигом

При *последовательной* схеме общая длительность сборки серии изделий определяется по формуле

$$T_{ц.сб.с} = n_c \cdot T_{сб.и}, \quad (20.5)$$

где n_c – число изделий в серии; $T_{сб.и}$ – длительность производственного цикла сборки одного изделия.

Такая схема характерна для сборки крупных изделий, когда сборочная площадь цеха ограничена или число сборочных станков равно единице.

При *параллельной* схеме общий период сборки серии изделий совпадает с длительностью производственного цикла сборки одного изделия ($T_{ц.сб.с} = T_{сб.и}$). Значение $T_{сб.и}$ может быть больше, чем в первом случае, за счет последовательности выполнения некоторых операций для всей серии изделий. Данная схема характерна для сборки сравнительно небольших и нетрудоемких изделий бригадой рабочих-сборщиков.

При *параллельной схеме сборки со сдвигами* сдвиг может возникнуть вследствие того, что некоторые операции сборки изделия (или некоторых его частей) могут выполняться только последовательно (например, только одним рабочим или только на одном рабочем месте). В этом случае общий период сборки серии изделий может быть определен по формуле

$$T_{ц.сб.с} = (n_c - 1)r_{сб} + T_{сб.и}, \quad (20.6)$$

где $r_{сб}$ – периодичность (ритм) сборки изделий в серии.

Расчет *опережений запуска-выпуска* деталей и сборочных единиц в мелкосерийном и единичном производстве осуществляется более укрупненно, чем для среднесерийного производства, и в большинстве случаев сводится к учету трех основных составляющих таких опережений:

- длительности производственных циклов обработки деталей в анализируемом и всех последующих цехах;
- среднее время межцеховых перерывов (устанавливается статистическим путем);
- общая длительность сборки конечных изделий, для укомплектования которых предназначены рассматриваемые детали или узлы.

ТЕМА 21. МЕТОДЫ РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ КАЛЕНДАРНО-ПЛАНОВЫХ НОРМАТИВОВ ПРОИЗВОДСТВА

-
- Нормативные расчеты размеров партий.
 - Нормативные расчеты длительности производственных циклов.
 - Нормативные расчеты опережений запуска и выпуска.
 - Нормативные расчеты производственных заделов.
-

21.1. Нормативные расчеты размеров партий

Размеры партий деталей в условиях серийного производства выступают базовым календарно-плановым нормативом, напрямую определяющим величину всех прочих КПН. Экономическое значение оптимизации размеров партий состоит в том, что оно позволяет синхронизировать ритм работы отдельных звеньев производства, повысить за счет этого отдачу основных производственных ресурсов и минимизировать величину оборотных заделов.

Ритмы чередования отдельных партий предметов труда определяются зависимостью

$$R = n \cdot r, \quad (21.1)$$

где n – размер партии; r – ритм выпуска отдельных изделий.

Учитывая, что ритм выпуска отдельных изделий определяется по формуле $r = F_{эф}/N_v$, для промежутка времени в 1 рабочий день справедлива запись

$$R = n \frac{1}{N_{\text{сут}}} = \frac{n}{N_{\text{сут}}}, \quad (21.2)$$

где $N_{\text{сут}}$ – средний суточный объем выпуска продукции.

Учитывая, что дневной объем выпуска продукции является условно постоянной величиной, очевидно, что ритм работы каждого из подразделений предприятия напрямую определяется размерами партий обрабатываемых в этих подразделениях предметов труда.

Поскольку для различных видов продукции дневной объем выпуска может различаться, то для поддержания единого ритма производства для каждого вида изделий должен быть установлен собственный оптимальный размер партий. Размеры партий предметов труда оказывают влияние на такие параметры производственного процесса, как производительность труда, удельная себестоимость продукции, длительность производственного цикла и объем средств, связанных в незавершенном производстве.

Уровень производительности труда по мере роста размеров партий увеличивается. Основными причинами такого роста являются:

1) сокращение удельной величины подготовительно-заключительного времени и снижение его доли в штучно-калькуляционном времени обработки изделий;

2) уменьшение длительности ручных элементов производственных операций вследствие эффектов обучения.

Удельная себестоимость продукции с увеличением размеров партий сокращается из-за роста производительности труда, а также за счет более эффективного распределения условно-постоянных затрат.

Длительность производственного цикла по мере увеличения размеров партий пропорционально возрастает, что приводит к соответствующему росту величины средств, связанных в незавершенном производстве. Таким образом, рост размеров партий одновременно вызывает положительные и отрицательные тенденции в динамике показателей производственной эффективности и, следовательно, должен осуществляться только до определенного оптимального уровня.

Величину же такого уровня в наиболее общем случае принято определять по минимуму приведенных производственных затрат, приходящихся на одно изделие (рис. 21.1).

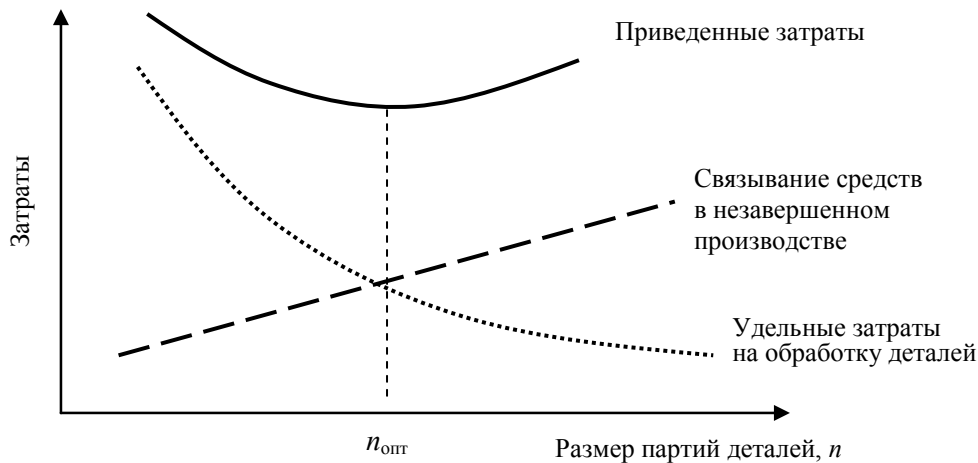


Рис. 21.1. Зависимость приведенных затрат и их компонентов от размеров партии предметов труда

Оценка оптимального размера партии в наиболее общем случае, когда анализируется только один вид изделий, выполняется по следующему алгоритму:

1. Строится уравнение, выражающее зависимость затрат на обработку одного изделия от размера партии:

$$Z_{\text{обр}}^{\text{уд}} = Z_{\text{пер}}^{\text{уд}} + \frac{Z_{\text{пост}}^{\text{общ}}}{n}, \quad (21.3)$$

где $Z_{\text{пер}}^{\text{уд}}$ — удельная величина переменных производственных затрат, не зависящих от размера партии (расходы на сырье, материалы, энергоносители, оплата труда за штучное время и т. п.), ден. ед.; $Z_{\text{пост}}^{\text{общ}}$ — общая величина постоянных производственных затрат, приходящаяся на весь объем выпуска, ден. ед.

2. Строится уравнение, выражающее зависимость величины средств, связанных в незавершенном производстве, от размера партии. Величина таких средств определяется произведением средней стоимости одной детали (изделия) и длительности производственного цикла изготовления всей партии таких изделий:

$$H_n^{\text{уд}} = T_{\text{ц}}^{\text{пар}} \cdot C_{\text{ср}}^{\text{уд}}, \quad (21.4)$$

где $T_{\text{ц}}^{\text{пар}}$ — длительность цикла обработки партии; $C_{\text{ср}}^{\text{уд}}$ — средняя стоимость одной детали или изделия, ден. ед.

Включаемая в построенное уравнение величина длительности цикла обработки партии определяется принятым способом построения производственного процесса во времени (последовательным, параллельным и т. п.) и является функцией от размера партии:

$$T_{\text{ц}}^{\text{пар}} = F(n). \quad (21.5)$$

3. Строится уравнение, выражающее зависимость удельных приведенных затрат на одно изделие от размера партии:

$$Z_{\text{пр}}^{\text{уд}} = Z_{\text{обр}}^{\text{уд}} + E_{\text{пр}} H_n^{\text{уд}}, \quad (21.6)$$

где $E_{\text{пр}}$ – принятый коэффициент приведения затрат.

4. Построенное общее уравнение дифференцируется по переменной « n », полученная первая производная приравняется к нулю и полученное уравнение решается, давая в качестве ответа искомый оптимальный размер партии изделий.

На практике для установления оптимальных размеров партий используется три базовых метода:

- метод дифференцированного расчета через установление единого оптимального ритма производства;
- упрощенный метод расчета по установленному соотношению подготовительно-заключительного и штучного времени;
- упрощенный метод расчета по минимально допустимой загрузке рабочих мест.

Метод дифференцированного расчета размеров партий

При одновременном выпуске нескольких видов продукции важным является не установление единого размера партий для всех таких видов, а установление единого ритма их чередования. Наличие такого единого ритма позволяет минимизировать величину оборотных заделов, увеличить уровень загрузки отдельных рабочих мест и существенно упростить процедуры оперативно-календарного планирования и оперативно-производственного учета.

Установление оптимального ритма чередования партий, единого для изделий всех наименований, сводится к решению оптимизационной задачи, предполагающей минимизацию приведенных затрат на изготовление всех видов изделий, вместе взятых:

$$Z_{\text{пр}}^{\text{общ}} = \sum_{k=1}^K Z_{\text{и}_k}^{\text{уд}} + E_{\text{пр}} \sum_{k=1}^K H_{n_k}^{\text{уд}} \rightarrow \min, \quad (21.7)$$

где k – общее количество видов изделий; $Z_{ик}^{уд}$ – удельная величина затрат на изготовление единицы изделия k -го наименования; $H_{n_k}^{уд}$ – величина средств, связанных в незавершенном производстве, относящаяся к единице изделия k -го наименования.

Решение данной задачи проводится по следующему алгоритму:

1. Формируется уравнение, выражающее зависимость величины удельных затрат на изготовление единицы изделия k -го вида от размеров партии деталей. Поскольку процесс изготовления изделия в общем случае является сложным, то расчет искомых удельных затрат осуществляется в разрезе всех деталей, комплектующих изделие, и в разрезе всех деталяеопераций, выполняемых при изготовлении соответствующих деталей. Для каждой деталяеоперации по каждому виду деталей вначале строятся уравнения вида

$$Z_{обр\,ijk}^{уд} = Z_{пер\,ijk}^{уд} + \frac{Z_{пост\,ijk}^{общ}}{n}, \quad (21.8)$$

где i – индекс деталяеоперации; j – индекс обрабатываемой детали; k – индекс изготавливаемого изделия.

Общее уравнение затрат на изготовление отдельного вида изделий строится путем суммирования полученных частных уравнений:

$$Z_{ик}^{уд} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^l Z_{обр\,ijk}^{уд}, \quad (21.9)$$

где m – общее количество деталяеопераций, выполняемых при обработке i -го вида деталей; l – общее количество видов деталей, идущих на укомплектование единицы изделия k -го наименования.

2. Формируется уравнение, выражающее зависимость величины средств, связанных в незавершенном производстве, от размера партий всех деталей, идущих на укомплектование изделия k -го вида. Расчет вначале производится для каждой отдельной деталяеоперации (по формуле 21.9), а затем – для всей совокупности деталяеопераций по всему множеству необходимых деталей (по формуле 21.10):

$$H_{n_{ijk}}^{уд} = T_{ц_{ijk}}^{пар} \cdot C_{сп_{ijk}}^{уд}, \quad (21.10)$$

где $T_{ц_{ijk}}^{пар}$ – длительность цикла обработки партии деталей j -го вида на i -й деталяеоперации (рассчитывается по специальным формулам, зависящим от применяемого способа построения производственного

процесса во времени); $C_{\text{ср}ijk}^{\text{уд}}$ – средняя удельная стоимость обработки детали j -го вида на i -й деталиеоперации.

$$H_{n_k}^{\text{уд}} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^l H_{n_{ijk}}^{\text{уд}}. \quad (21.11)$$

Поскольку длительность производственного цикла является функцией от размера партии деталей, то построенные уравнения вида (21.10) и (21.11) также становятся функциями от размера партий.

3. Построенные сводные уравнения вида (21.9) и (21.11) объединяются в общее уравнение вида (21.8), выражающее зависимость суммарных затрат на изготовление всех видов изделий от размеров партий деталей каждого вида.

4. С помощью формулы (21.12) построенное общее уравнение преобразуется и начинает выражать зависимость величины общих затрат уже не от размеров партий (n), а от ритмов чередования таких партий (R):

$$n = R \cdot N_{\text{сут}}. \quad (21.12)$$

5. Для нахождения оптимального значения ритма чередования партий деталей преобразованное общее уравнение затрат дифференцируется по переменной R , полученная первая производная приравняется к нулю и находится решение соответствующего дифференцированного уравнения. Полученное решение выражает такой единый для всех деталей ритм чередования партий, при котором обеспечивается минимизация общих приведенных затрат, связанных с производством продукции.

6. Исходя из вычисленного значения оптимального ритма для каждого вида деталей с помощью формулы вида (21.13) рассчитывается индивидуальное значение оптимального размера партии:

$$n_j = R \cdot N_{\text{сут}j}. \quad (21.13)$$

Упрощенные методы расчета размеров партий

В условиях средне- и мелкосерийного производства использование описанного ранее дифференцированного метода расчета размеров партий не всегда возможно и не всегда рационально. В связи с чем в таких условиях на практике применяются два упрощенных метода установления оптимальных размеров партий:

- метод расчета по установленному соотношению подготовительно-заключительного и штучного времени;
- метод расчета по минимально допустимой загрузке рабочих мест.

Метод расчета размеров партий по установленному соотношению подготовительно-заключительного и штучного времени обычно используется в тех случаях, когда выполняемые технологические операции достаточно сложны, и, следовательно, требуют существенной переналадки рабочих мест перед своим выполнением (длительность такой переналадки находится в обратной зависимости с производительностью труда рабочего).

Использование данного метода ориентировано на то, чтобы установить размеры партии на таком уровне, который позволил бы минимизировать удельный вес подготовительно-заключительного времени в общем времени обработки партии и, следовательно, не допустить снижения производительности труда рабочих ниже заданного уровня. Формально целевая функция такой задачи имеет следующий вид:

$$\left(\frac{t_{п.з}}{n \cdot t_{шт}^{уд}} \right) \leq D_{доп}, \quad (21.14)$$

где $t_{п.з}$ – величина подготовительно-заключительного времени (время на переналадку рабочих мест); n – размер партии; $t_{шт}^{уд}$ – штучное время изготовления одной детали партии; $D_{доп}$ – допустимое соотношение подготовительно-заключительного и штучного времени.

При использовании рассматриваемого метода непосредственный расчет оптимального размера партии может осуществляться двумя способами: для отдельной операции и в целом по всем операциям. В первом случае расчет выполняется для той технологической операции, для которой соотношение подготовительно-заключительного и штучного времени является максимальным. Для расчета при этом используется формула следующего вида:

$$n = \frac{t_{п.з_i}}{D_{доп} \cdot t_{шт_i}^{уд}}, \quad (21.15)$$

где i – индекс той технологической операции, для которой соотношение подготовительно-заключительного и штучного времени является максимальным.

Рассчитанный по формуле (21.15) оптимальный размер партии для i -й операции принимается таким же, как и для всех остальных операций технологического процесса.

Во втором случае расчет выполняется по суммарному подготовительно-заключительному и штучному времени на все операции технологического процесса:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^m t_{п.з_i}}{D_{доп} \sum_{i=1}^m t_{шт_i}^{уд}}, \quad (21.16)$$

где m – общее количество операций технологического процесса.

При выборе значения $D_{доп}$ учитывается серийность производства и удельная стоимость изготовления деталей. При этом в мелкосерийном производстве значение $D_{доп}$ принимается большим, чем в крупносерийном. Аналогичным образом для более дорогостоящих деталей это значение принимается большим, чем для деталей более дешевых.

Метод расчета размеров партий по минимально допустимой загрузке рабочих мест основан на том, чтобы установить размер партии на уровне, обеспечивающем загрузку рабочих мест цеха на период, равный или кратный рабочей смене или полусмене. Основная идея данного метода заключается в обеспечении условий для повышения производительности труда рабочих за счет исключения частых переходов от одного вида деталей к другому. При использовании данного метода размер партии рассчитывается для той технологической операции, для которой удельное штучное время является минимальным. Для выполнения расчета используется формула следующего вида:

$$n = \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 0,5 \end{array} \right\} \frac{F_{эф} \cdot K_{в.н}}{t_{шт\ min}^{уд}}, \quad (21.17)$$

где $F_{эф}$ – эффективный фонд времени одного рабочего места за смену, мин; $K_{в.н}$ – принятый коэффициент выполнения норм на операции с минимальным штучным временем; $t_{шт\ min}^{уд}$ – величина штучного времени для наименее трудоемкой операции, мин.

Рассчитанные с помощью дифференцированного или упрощенных методов размеры партий являются предварительными и нуждаются в корректировке. В результате корректировки принимаемый

размер партии устанавливается на таком уровне, при котором выполняются следующие основные условия:

– кратность размеров партии месячным объемам выпуска деталей. На практике для исключения чрезмерно большого многообразия размеров партий и упрощения оперативно-календарного планирования размеры партий выбираются из стандартных рядов значений, формируемых исходя из числа рабочих дней в месяце и установленной месячной программы выпуска продукции. Так, например, для случая, когда в месяце планируются 20 рабочих дней, стандартизированный ряд значений размеров партий выглядит следующим образом:

$$M, \frac{M}{2}, \frac{M}{4}, \frac{M}{5}, \frac{M}{10}, \frac{M}{20}, \frac{M}{40}, \frac{M}{80}, \frac{M}{160}, \dots, \quad (21.18)$$

где M – установленная месячная программа выпуска изделий, нат. ед.;

– равенство или кратность суммарного штучного времени по каждой операции над партией времени стойкости технологической оснастки;

– соответствие имеющихся складских площадей и кубатуры (объема) складских стеллажей объемом подлежащих хранению заготовок и незавершенного производства;

– равенство или кратность размеров партии деталей одного вида, последовательно обрабатываемых в нескольких цехах. Выполнение данного условия обеспечивает возможность минимизации величины межцеховых оборотных заделов.

21.2. Нормативные расчеты длительности производственных циклов

Величины длительности производственных циклов необходимы для расчета опережений запуска-выпуска и для установления величины производственных заделов. Расчет длительности производственного цикла может осуществляться тремя основными методами: аналитическим, графическим и графоаналитическим. Первые два метода используются для расчета длительности циклов простых процессов, а графоаналитический метод – для оценки длительности сложных процессов (т. е. имеющих в своей структуре сборочные операции).

Аналитический метод расчета является наиболее точным и предполагает определение длительности производственного цикла по специальным формулам, дифференцированным по видам движения предметов труда в производстве:

– для последовательного способа сочетания технологических операций длительность цикла обработки партии деталей в конкретном звене производства (цехе, участке) рассчитывается по формуле

$$D_{п.ц}^{посл} = \frac{1}{F_{эф}^{сут}} \left(n \sum_{i=1}^m \frac{t_{шт_i}}{C_{р.м_i} \cdot K_{в.н_i}} + m \cdot t_{м.о}^{ср} + T_{ест} \right); \quad (21.19)$$

– для параллельного способа сочетания операций расчетная формула имеет вид:

$$D_{п.ц}^{пар} = \frac{1}{F_{эф}^{сут}} \left((n-p) \frac{t_{шт}^{max}}{C_{р.м} \cdot K_{в.н}} + p \sum_{i=1}^m \frac{t_{шт_i}}{C_{р.м_i} \cdot K_{в.н_i}} + m \cdot t_{м.о}^{ср} + T_{ест} \right); \quad (21.20)$$

– при последовательно-параллельном способе сочетания операций для расчета используется формула следующего вида:

$$D_{п.ц}^{пп} = \frac{1}{F_{эф}^{сут}} \left(n \sum_{i=1}^m \frac{t_{шт_i}}{C_{р.м_i} \cdot K_{в.н_i}} - (n-p) \sum_{i=1}^{m-1} \frac{t_{шт_{i/i+1}}^{min}}{C_{р.м} \cdot K_{в.н}} + m \cdot t_{м.о}^{ср} + T_{ест} \right). \quad (21.21)$$

Для параллельного и последовательно-параллельного способов сочетания операций также могут использоваться упрощенные формулы следующего типа:

$$D_{п.ц}^{пар/пп} = K_{пар} \cdot D_{п.ц}^{посл}, \quad (21.22)$$

где $K_{пар}$ – принятый коэффициент параллельности производственного процесса; $D_{п.ц}^{посл}$ – расчетная длительность производственного цикла при последовательном способе его построения.

Графический метод оценки длительности производственного цикла применяется при относительно небольших размерах партий и предполагает построение графиков движения отдельных деталей и передаточных партий по операциям технологического процесса.

Графоаналитический метод применяется при оценке длительности цикла сложных производственных процессов, проходящих через несколько стадий производства (заготовительная, обрабатывающая, сборочная). При использовании данного метода строится сводный цикловой график сборочного процесса, основывающийся на верной схеме сборки изделия и отдельных его узлов, а также на аналитических расчетах длительности цикла обработки отдельных деталей в каждом из звеньев производства. Построение такого графика

осуществляется в последовательности, обратного ходу производственного процесса. Итоговая оценка длительности производственного цикла выполняется по скорректированному цикловому графику, учитывающему загрузку рабочих мест во всех звеньях производства.

При расчете длительности производственного цикла важное значение имеет адекватный учет межоперационного времени, доля которого в серийном производстве может быть достаточно высока из-за постоянного перехода от обработки одних партий к другим. Оценка межоперационного времени может осуществляться аналитическим, статистическим и графическим методами.

Аналитический метод является наиболее точным и основан на индивидуальном расчете каждой из составляющих межоперационного времени, каковыми являются время выполнения вспомогательных операций (транспортных и контрольных), а также время пролеживания партий деталей между операциями в ожидании своей обработки.

Время выполнения вспомогательных операций оценивается исходя из размеров партий на основе соответствующих норм времени и фронта работ.

Пролеживание деталей между операциями возникает по двум основным причинам:

- из-за различия в технологических маршрутах движения партий по операциям;
- из-за различия в длительности обработки партий деталей различных наименований на одних и тех же операциях.

Наиболее адекватная оценка времени пролеживания обеспечивается за счет использования инструментов теории вероятностей и математической статистики. Основным из таких инструментов является зависимость, показывающая связь между длительностью межоперационного пролеживания и такими параметрами, как число деталей операций, выполняемых на рабочем месте, и длительность соответствующей детали операции для партий деталей различных видов. Данная зависимость имеет следующий вид:

$$T_{\text{прол}_i} = \left(1 - \frac{T_{\text{об}_i}}{2 \sum_{i=1}^k T_{\text{об}_i}} \right) \sum_{i=1}^k \frac{T_{\text{об}_i}^2}{\sum_{i=1}^k T_{\text{об}_i}}, \quad (21.23)$$

где $T_{\text{прол}_i}$ – ожидаемое время пролеживания партии деталей i -го наименования на анализируемом рабочем месте; $T_{\text{об}_i}$ – время обработки партии деталей i -го наименования на данном рабочем месте; k – общее количество видов деталей (т. е. число деталиеопераций), обрабатываемых на данном рабочем месте.

Анализ представленной формулы позволяет сделать ряд существенных выводов:

1) для более трудоемких деталей ожидаемое время пролеживания будет меньше, чем для деталей с меньшей трудоемкостью обработки;

2) время пролеживания уменьшается по мере выравнивания трудоемкости обработки деталей различных видов. При равных трудоемкостях исходная формула принимает следующий вид:

$$T_{\text{прол}_i} = \left(1 - \frac{1}{2 \cdot k}\right) T_{\text{об}_i}^{\text{сред}}; \quad (21.24)$$

3) при увеличении средней трудоемкости обработки деталей время пролеживания также увеличивается;

4) по мере увеличения числа деталиеопераций, выполняемых на рабочем месте, время пролеживания постепенно увеличивается и асимптотически приближается к средней длительности обработки партий на данном рабочем месте (рис. 21.2).

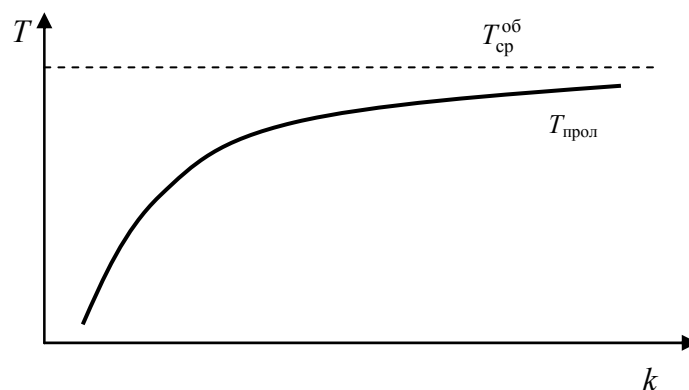


Рис. 21.2. Зависимость времени пролеживания партии деталей на рабочем месте от числа выполняемых на нем деталиеопераций

При достаточно большом числе деталиеопераций, закрепляемых за каждым из рабочих мест, время межоперационного пролеживания может быть ориентировочно принято равным средней длительности обработки партий на этих рабочих местах. Такой укрупненный метод

расчета используется в мелкосерийном производстве при широкой и часто изменяющейся номенклатуре предметов труда.

Статистический метод оценки основан на обработке данных, получаемых в результате фотографии рабочего времени или из технологической документации. Основываясь на таких данных, устанавливается время начала обработки партии на первой операции технологического процесса и время окончания ее обработки на последней операции. Разница между этими величинами выражает фактическую длительность цикла обработки партии. После этого, основываясь на соответствующих нормах времени, устанавливается длительность каждой из технологических операций, а также общая нормативная длительность всего операционного цикла. Используя полученное значение, оценивается усредненная величина межоперационного времени:

$$T_{\text{мо}}^{\text{ср}} = \frac{T_{\text{т.ц}}^{\text{факт}} - T_{\text{о.ц}}^{\text{норм}}}{m - 1}, \quad (21.25)$$

где $T_{\text{т.ц}}^{\text{факт}}$ – фактическая длительность технологического цикла; $T_{\text{о.ц}}^{\text{норм}}$ – нормативная длительность операционного цикла; m – число выполняемых над партией технологических операций.

Графический метод оценки межоперационного времени основан на построении детализированных поддетально-пооперационных графиков загрузки отдельных рабочих мест. В связи с высокой трудоемкостью своего использования данный метод применяется в крупносерийном и массовом производстве параллельно с построением стандарт-планов работы поточных линий.

21.3. Нормативные расчеты опережений запуска и выпуска

Опережения запуска и выпуска партий деталей в условиях серийного производства являются одним из основных календарно-плановых нормативов, поскольку на их основе строятся производственные задания цехам и участкам, а также определяются нормативные величины производственных заделов.

В общем случае, при расчете опережений запуска и выпуска должны быть учтены следующие их компоненты:

1) длительность обработки партий деталей во всех звеньях производства (цехах), начиная от анализируемого и до замыкающего всю технологическую цепочку;

2) время на межцеховую транспортировку партий деталей и оформление соответствующей внутривзаводской документации;

3) время резервного опережения, задаваемое для обеспечения бесперебойности работы последующих звеньев производства при возникновении перебоев в работе предыдущих звеньев;

4) время, необходимое для компенсации сдвигов между выпуском партии из предыдущего цеха и временем ее запуска в последующий цех, возникающих из-за несовпадения ритмов чередования партий в этих цехах.

Математическая запись величины опережения запуска партий деталей в тот или иной цех имеет следующий вид:

$$O_3 = \sum_{i=1}^k T_{п.ц_i} + \sum_{i=1}^{k-1} T_{мц.тр}^{ср} + \sum_{i=1}^{k-1} O_{рез_i} + \sum_{i=1}^{k-1} T_{сдв1_i} + \sum_{i=1}^{k-1} T_{сдв2_i}, \quad (21.26)$$

где k – общее количество цехов от анализируемого до последнего в технологической цепочке; $T_{п.ц_i}$ – длительность производственного цикла обработки партии в i -м цехе; $T_{мц.тр}^{ср}$ – среднее время межцеховой транспортировки партии; $O_{рез_i}$ – резервное опережение, создаваемое после i -го цеха; $T_{сдв1_i}$ – сдвиг выпуска партий из i -го цеха по сравнению с запуском ее в $(i+1)$ -й цех, возникающий из-за неравенства ритмов чередования партий в этих цехах; $T_{сдв2_i}$ – сдвиг выпуска партий из i -го цеха по сравнению с запуском ее в $(i+1)$ -й цех, возникающий из-за некратности ритмов чередования партий в этих цехах.

Входящая в представленную формулу величина длительности производственного цикла определяется в зависимости от способов чередования операций в каждом из цехов по соответствующим аналитическим формулам.

Время межцеховой транспортировки устанавливается исходя из размеров партии, количества и технических характеристик применяемых транспортных средств, а также исходя из особенностей маршрута транспортировки.

Резервное опережение, создаваемое после каждого i -го цеха, на практике принимается равным ритму чередования партии в следующем за ним $(i+1)$ -м цехе:

$$O_{рез_i} = R_{i+1}. \quad (21.27)$$

Величина временного сдвига, возникающего из-за неравенства ритмов чередования партий в смежных цехах, рассчитывается по формуле

$$T_{\text{сдв}i} = \left(\left[\frac{R_i}{R_{i+1}} \right] - 1 \right) R_{i+1}. \quad (21.28)$$

Величина временного сдвига, возникающего из-за некратности ритмов чередования партий в смежных цехах, рассчитывается по формуле

$$T_{\text{сдв}i} = R_{i/i+1}^{\min} - d_R^{\max}, \quad (21.29)$$

где $R_{i/i+1}^{\min}$ – минимальный из ритмов чередования партий в двух смежных цехах (i -м и $(i+1)$ -м); d_R^{\max} – наибольший общий делитель для сравниваемых ритмов.

Опережение выпуска партии из цеха меньше опережения ее запуска в этот цех на величину длительности цикла обработки партии в данном цехе:

$$O_{\text{в}i} = O_{\text{з}i} - T_{\text{п.ц}i}. \quad (21.30)$$

Помимо временных единиц измерения, величины опережений запуска и выпуска также могут быть выражены в натуральных единицах, т. е. в виде количества деталей, которые должны быть выпущены тем или иным цехом к моменту выхода готовой продукции из последнего цеха. Для выполнения такого расчета используются следующие зависимости:

$$O_{\text{з}}^{\text{нат.ед}} = O_{\text{з}} \cdot N_{\text{сут}}; \quad (21.31)$$

$$O_{\text{в}}^{\text{нат.ед}} = O_{\text{в}} \cdot N_{\text{сут}}. \quad (21.32)$$

21.4. Нормативные расчеты производственных заделов

Реализация производственных процессов предполагает формирование определенных объемов незавершенного производства, выраженного в форме запасов деталей и узлов, не полностью прошедших свою обработку и находящихся на различных стадиях производственного процесса. Такого рода запасы называются производственными

заделами и являются овеществленным выражением опережений запуска и выпуска предметов труда по звеньям производства.

В зависимости от вида заделов их хранение может осуществляться на рабочих местах, во внутрицеховых кладовых или на межцеховых складах.

По месту своего возникновения производственные заделы делятся на внутрицеховые и межцеховые.

Расчеты производственных заделов в серийном производстве

В серийном производстве внутрицеховые заделы подразделяются на цикловые, оборотные и страховые, а межцеховые заделы – на транспортные, оборотные и страховые. Для экономического анализа производственного процесса наиболее важным является расчет средней величины производственных заделов, поскольку на ее основе может быть непосредственно определена величина связывания оборотных средств предприятия в незавершенном производстве.

Цикловые заделы выражают общее количество предметов труда (деталей или сборочных единиц), которые одновременно находятся в производственном процессе, т. е. для которых одновременно выполняются технологические операции. Пример динамики цикловых заделов показан на рис. 21.3.

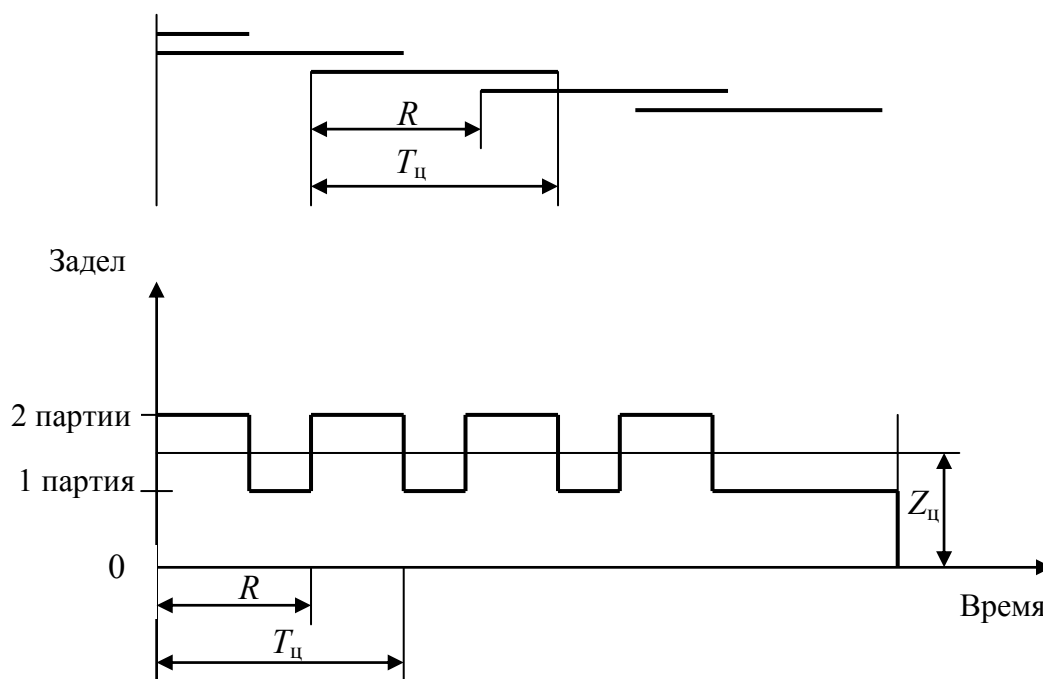


Рис. 21.3. График изменения цикловых заделов во времени

В общем случае, величина циклового задела определяется произведением размера партии предметов труда на среднее количество партий, одновременно находящихся в обработке:

$$Z_{ц} = n \cdot K_{п}, \quad (21.33)$$

где n – размер партии; $K_{п}$ – количество партий, одновременно находящихся в обработке.

Среднее количество партий, одновременно находящихся в обработке, определяется соотношением длительности цикла такой обработки и принятого ритма чередования партий:

$$K_{п} = \frac{T_{ц}}{R}. \quad (21.34)$$

Учитывая, что ритм чередования партий определяется соотношением (21.35), зависимость (21.33) можно переписать в виде (21.36):

$$R = r \cdot n; \quad (21.35)$$

$$Z_{ц} = \frac{T_{ц}}{r} = T_{ц} \cdot N_{сут}. \quad (21.36)$$

Общая величина средних цикловых заделов партий деталей определенного наименования по предприятию в целом определяется по формуле

$$Z_{ц}^{общ} = \sum_{i=1}^m Z_{ц_i} = N_{сут} \sum_{i=1}^m T_{ц_i}, \quad (21.37)$$

где m – общее количество цехов, через которые проходит партия деталей данного вида в процессе своей обработки.

Таким образом, цикловые заделы напрямую определяются длительностью производственного цикла и их величина может быть снижена за счет оптимизации построения производственного процесса во времени.

Страховые заделы создаются для обеспечения бесперебойности работы последующих звеньев производства при каких-либо нарушениях производственного процесса в предыдущих звеньях. Такие заделы являются овеществленным выражением создаваемых между цехами резервных опережений. Расчет страховых заделов осуществляется аналогично расчету цикловых заделов исходя из размера партии и ко-

личества партий, подлежащих выпуску за период, совпадающий с резервным опережением:

$$Z_{\text{стр}} = n \cdot K_{\text{п}}^{\text{рез}}; \quad (21.38)$$

$$K_{\text{п}}^{\text{рез}} = \frac{Q_{\text{рез}}}{R}; \quad (21.39)$$

$$Z_{\text{стр}} = Q_{\text{рез}} \cdot N_{\text{сут}}; \quad (21.40)$$

$$Z_{\text{стр}}^{\text{общ}} = \sum_{i=1}^{m-1} Z_{\text{стр}i} = N_{\text{сут}} \sum_{i=1}^{m-1} Q_{\text{рез}i}, \quad (21.41)$$

где $Q_{\text{рез}}$ – нормативная величина резервного опережения, создаваемого после анализируемого цеха.

Транспортные заделы выражают количество деталей, находящихся в процессе транспортировки из одного цеха в другой. Суммарная величина таких заделов для деталей определенного наименования по предприятию в целом определяется по формуле

$$Z_{\text{тр}}^{\text{общ}} = N_{\text{сут}} \sum_{i=1}^{m-1} T_{\text{тр}i}, \quad (21.42)$$

где $T_{\text{тр}i}$ – время транспортировки партии деталей из i -го цеха в $(i+1)$ -й.

Оборотные заделы возникают из-за несинхронности работы смежных звеньев производства (цехов, участков), причинами которой могут являться:

- различные ритмы поступления и потребления партий;
- различные размеры партий в передающих и потребляющих подразделениях;
- различные скорости потребления и поступления деталей по смежным звеньям производства.

Величина оборотных заделов зависит от сдвигов, возникающих между сроками выхода партии из предыдущего цеха и сроками ее запуска в обработку в последующем цехе. Такого рода сдвиги устанавливаются с целью обеспечения бесперебойности работы потребляющего звена производства. Средняя величина оборотного производственного задела между двумя смежными звеньями производства определяется зависимостью

$$Z_{1,2}^{об} = \frac{F_1 - F_2}{T_0}, \quad (21.43)$$

где F_1 и F_2 – объемы поступления и потребления деталей в 1-м и 2-м цехах; T_0 – период одного оборота заделов.

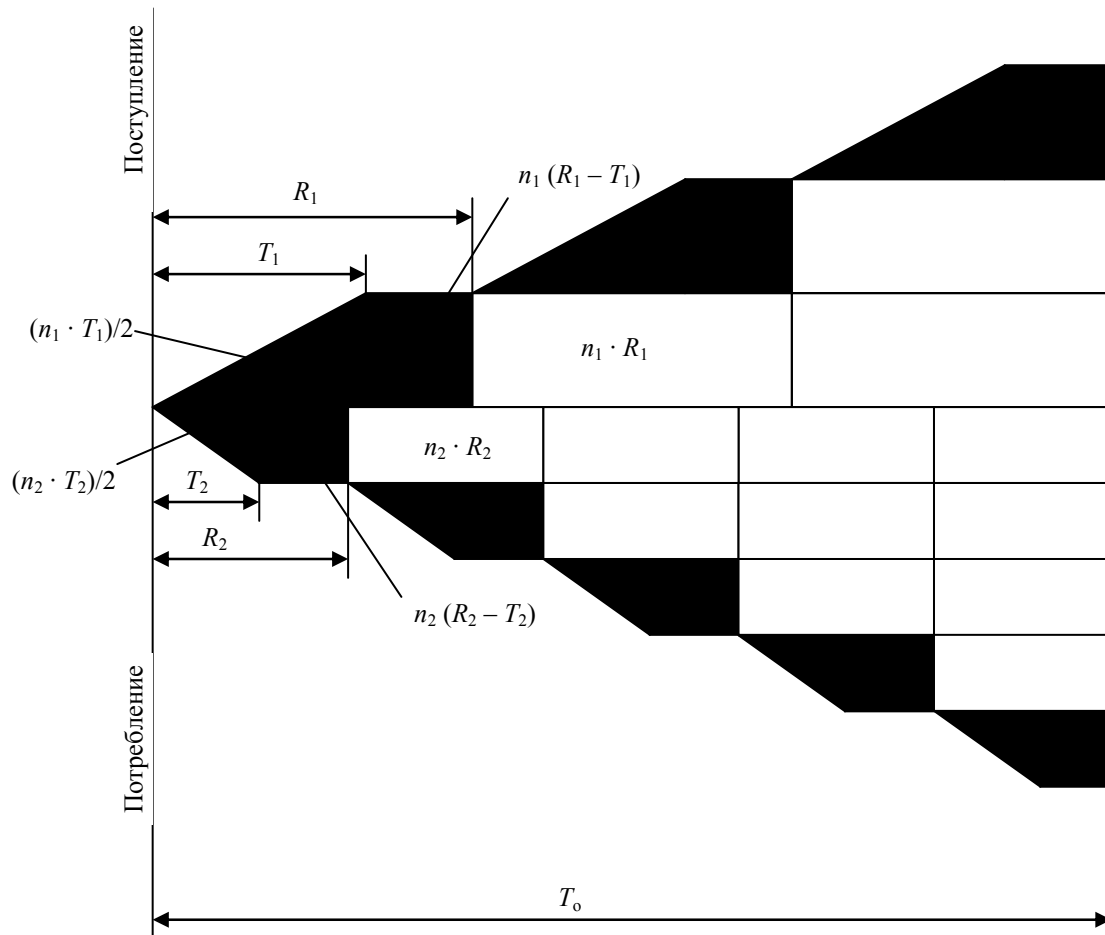


Рис. 21.4. Динамика поступления и потребления деталей между двумя смежными звеньями производства при их одновременном поступлении и потреблении

Период оборота заделов характеризует тот интервал времени, по истечении которого суммарные объемы поступления деталей и суммарные объемы их потребления уравниваются между собой (рис. 21.4). Количественно величина такого периода определяется следующим соотношением:

$$T_0 = \frac{n_1}{d_{II}} R_1 = \frac{n_2}{d_{II}} R_2, \quad (21.44)$$

где n_1 и n_2 – принятые размеры партий для 1-го (подающего) и 2-го (потребляющего) цехов; $d_{\text{п}}$ – наибольший общий делитель для сравниваемых размеров партий; R_1 и R_2 – ритмы чередования партий в 1-м и 2-м цехах.

Подставив зависимость (21.44) в формулу (21.43) и выполнив ряд математических преобразований, величину оборотного задела между двумя анализируемыми цехами можно выразить формулой:

$$Z_{1,2}^{\text{об}} = \frac{n_1}{2} \left(1 - \frac{1}{r \cdot v_1} \right) - \frac{n_2}{2} \left(1 - \frac{1}{r \cdot v_2} \right), \quad (21.45)$$

где r – ритм выпуска отдельных деталей; v_1 и v_2 – скорость производства (поступления) и потребления деталей в анализируемых цехах (выпуск и потребление деталей в единицу времени).

На практике для обеспечения бесперебойности производственного процесса между моментами выхода партий из предыдущего цеха и моментами их запуска в последующий цех создаются специальные сдвиги. Нормативная величина такого сдвига определяется по формуле

$$T_{\text{сдв}} = n_2 \left(r - \frac{1}{v_2} \right) - d_{\text{п}} \left(r - \frac{1}{v_{\text{min}}} \right), \quad (21.46)$$

где v_{min} – минимальная из скоростей v_1 и v_2 .

Включение таких сдвигов в структуру производственных циклов вызовет увеличение оборотного задела на величину

$$\Delta Z_{1,2} = T_{\text{сдв}} \cdot N_{\text{сут}} = \frac{T_{\text{сдв}}}{r}. \quad (21.47)$$

Добавив выражение (21.47) к формуле (21.45), можно получить итоговую зависимость, выражающую величину оборотного задела между первым и вторым цехами:

$$\begin{aligned} Z_{1,2}^{\text{об.итог}} &= Z_{1,2}^{\text{об}} + \Delta Z_{1,2} = \\ &= \frac{n_1}{2} \left(1 - \frac{1}{r \cdot v_1} \right) + \frac{n_2}{2} \left(1 - \frac{1}{r \cdot v_2} \right) - d_{\text{п}} \left(1 - \frac{1}{r \cdot v_{\text{min}}} \right). \end{aligned} \quad (21.48)$$

Поскольку в серийном производстве передача деталей из одного подразделения в другое осуществляется не поштучно, а всей партией сразу, то скорости v_1 и v_2 являются достаточно большими числами.

Поэтому в практических расчетах формулу (21.48) используют в более упрощенном виде:

$$Z_{1,2}^{\text{об.итог}} = \frac{n_1 + n_2}{2} - d_{\text{п}}. \quad (21.49)$$

Общая величина оборотного задела деталей определенного наименования по всему предприятию в целом рассчитывается по формуле

$$Z_{\text{общ}}^{\text{об.итог}} = \sum_{i=1}^{m-1} Z_{i,i+1}^{\text{об.итог}}. \quad (21.50)$$

Суммарная величина производственных заделов по деталям определенного наименования определяется суммированием рассчитанных общих величин цикловых, резервных, транспортных и оборотных заделов. Помимо этого для контроля за незавершенным производством также рассчитывается величина суммарного переходящего задела по предприятию в целом на тот или иной момент времени. Эта величина определяется разностью между числом деталей, запущенных в обработку в первом в технологической цепочке цехе, и числом деталей (изделий), вышедших из последнего цеха к этому моменту времени.

Расчеты производственных заделов в массовом производстве

В массовом производстве основная часть технологических операций выполняется на поточных линиях. В связи с этим рассчитываемые в таких условиях производственные заделы напрямую привязаны к работе поточных линий и делятся на внутрилинейные и межлинейные.

К числу внутрилинейных принято относить технологические, транспортные, резервные и оборотные заделы. При этом, если первые три из перечисленных видов заделов могут рассчитываться как для непрерывно-, так и для прерывно-поточных линий, то оборотные заделы рассчитываются только для прерывно-поточных линий, на которых они и формируются.

Межлинейные заделы в массовом производстве подразделяются на транспортные, резервные и оборотные.

Технологический внутрилинейный задел представляет собой число деталей, одновременно находящихся на рабочих местах поточной линии и подвергающихся непосредственной обработке. Наличие таких заделов является необходимым условием синхронного начала ра-

боты всех рабочих мест линии. Величина технологического задела деталей на линии рассчитывается по формуле

$$Z_{\text{тех}} = \sum_{i=1}^m C_{\text{р.м}_i} \cdot n_{\text{д}_i}, \quad (21.51)$$

где m – общее количество технологических операций, выполняемых на линии; $C_{\text{р.м}_i}$ – принятое число рабочих мест линии, выполняющих i -ю технологическую операцию; $n_{\text{д}_i}$ – число деталей, одновременно обрабатываемых на каждом рабочем месте, выполняющем i -ю технологическую операцию.

Транспортный внутрилинейный задел выражает то количество предметов труда, которое находится на линии, но не подвергается непосредственной обработке на рабочих местах. Расчет такого задела может осуществляться по различным формулам в зависимости от числа транспортных пачек, одновременно находящихся между двумя смежными рабочими местами линии. Если такие транспортные пачки передаются по одной, то величина транспортного задела может быть определена по формуле

$$Z_{\text{тр}} = \sum_{i=1}^m (C_{\text{р.м}} - 1) n_{\text{тр}}, \quad (21.52)$$

где $n_{\text{тр}}$ – размер транспортной пачки (т. е. количество деталей, одновременно передаваемых с одного рабочего места на другое).

Если величина транспортной пачки равна единице (т. е. осуществляется поштучная передача предметов труда), то зависимость (21.52) принимает более упрощенный вид:

$$Z_{\text{тр}} = \sum_{i=1}^m (C_{\text{р.м}} - 1). \quad (21.53)$$

Если количество транспортных пачек, находящихся между смежными операциями, больше единицы, то в расчетах величины внутрилинейного транспортного задела используется следующая зависимость:

$$Z_{\text{тр}} = \left(\frac{L_{\text{р.к}}}{L_{\text{м.п}}} - C_{\text{рм}}^{\text{общ}} \right) n_{\text{тр}}, \quad (21.54)$$

где $L_{р.к}$ – общая длина рабочей части конвейера; $L_{м.п}$ – среднее расстояние между смежными транспортными пачками, находящимися на конвейере; $C_{р.м}^{общ}$ – общее число рабочих мест на линии.

При поштучной передаче деталей формула (21.54) принимает следующий вид:

$$Z_{тр} = \frac{L_{р.к}}{L_{м.п}} - C_{р.м}^{общ}. \quad (21.55)$$

Резервный внутрилинейный задел на операциях поточной линии создается для обеспечения деталями последующей операции в случаях, когда на рассматриваемой операции возникают отклонения в величине штучного времени, появляется брак или происходит остановка оборудования по техническим причинам. Резервные внутрилинейные заделы хранятся на каждом из рабочих мест и представляют собой комплект деталей, прошедших обработку на данной операции и всей предшествующих ей операциях. Величина резервного внутрилинейного задела рассчитывается по формуле

$$Z_{рез} = \frac{t_{доп}^п}{r}, \quad (21.56)$$

где $t_{доп}^п$ – время допустимых перебоев в работе линии; r – ритм работы линии.

На практике значение величины $t_{доп}^п$ принимается равным или кратным длительности рабочей смены или полусмены. Формирование и пополнение резервного задела может осуществляться как на самой поточной линии в дополнительное рабочее время, так и на внепоточных участках.

Оборотные внутрилинейные заделы возникают из-за неравенства или некратности норм штучного времени по технологическим операциям, а также вследствие различных сроков начала и окончания работы не полностью загруженных рабочих мест линии.

По своей конфигурации межоперационные оборотные заделы делятся на внутренние и переходящие. Внутренние заделы проходят полный цикл своего формирования и использования за один период оборота линии. На начало и конец такого периода заделы данного вида равны нулю. Переходящие заделы проходят полный цикл своего изменения за период, больший одного периода оборота линии. На начало и конец такого периода их абсолютная величина отлична от нуля.

Переходящие заделы ухудшают технико-экономические показатели производства, поскольку удлиняют производственный цикл и вызывают увеличение замораживания оборотных средств в незавершенном производстве. Основными инструментами, позволяющими трансформировать переходящие заделы во внутренние, являются изменение сроков начала и окончания работы рабочих мест на смежных операциях линии, а также расширение фронта работ по наиболее сложным и трудоемким операциям.

Для оперативного регулирования производства важным является расчет суммарной величины среднего оборотного задела по всем операциям поточной линии. Технология такого расчета определяется принятым способом передачи предметов труда с предыдущих операций линии на последующие. Данный способ может иметь параллельную, последовательно-параллельную и последовательную формы. Параллельная форма движения имеет место в том случае, когда детали сразу же после окончания их обработки на предыдущей операции поштучно передаются на последующую операцию. Последовательная форма движения характеризуется тем, что при ее использовании передача деталей на последующую операцию происходит единой партией вначале каждой рабочей смены. В течение самой смены на последующей операции происходит постепенное использование (обработка) переданной партии деталей, а на предыдущей операции – накопление деталей для формирования очередной их партии. Последовательно-параллельная форма движения в целом аналогична последовательной и отличается тем, что передача деталей происходит не один, а несколько раз за смену партиями меньшего объема. В соответствии с принятой формой движения предметов труда расчет суммарной величины среднего оборотного задела по всем операциям поточной линии выполняется по следующим алгоритмам.

***Расчет межоперационного оборотного задела
на технологической линии при параллельном
способе передачи предметов труда***

1. С учетом планируемого режима работы линии и установленного для нее производственного задания по выпуску продукции рассчитывается ритм работы линии:

$$r = \frac{F_{\text{эф}}}{N}. \quad (21.57)$$

2. Для каждой из операций, выполняемых на линии, определяется расчетное число необходимых рабочих мест:

$$C_{\text{р.м}_i}^{\text{расч}} = \frac{t_{\text{шт}_i}}{r}, \quad (21.58)$$

где $t_{\text{шт}_i}$ – штучное время по i -й операции.

3. Для каждой из операций устанавливается принятое число рабочих мест и устанавливается степень их плановой загрузки. Принимаемое число рабочих мест определяется округлением их расчетного числа с учетом допустимой перегрузки, величина которой обычно не превышает 5 %:

$$C_{\text{р.м}_i}^{\text{пр}} = C_{\text{р.м}_i}^{\text{расч}} \pm 5 \%. \quad (21.59)$$

4. Строится график загрузки оборудования по каждой операции, выполняемой на линии.

5. Для каждой пары технологических операций выделяются интервалы, в рамках которых загрузка оборудования остается неизменной, и вычисляется продолжительность каждого такого интервала.

6. Для каждого выделенного временного интервала по каждой паре технологических операций рассчитывается величина приращения оборотного задела:

$$\Delta Z_{\text{об}}^{ij} = T_j \left(\frac{C_{\text{р.м}_{ij}}^{\text{пр}}}{t_{\text{шт}_i}} - \frac{C_{\text{р.м}_{(i+1)j}}^{\text{пр}}}{t_{\text{шт}_{(i+1)}}} \right), \quad (21.60)$$

где T_j – продолжительность j -го интервала работы оборудования; $C_{\text{р.м}_{ij}}^{\text{пр}}$ – принятое число рабочих мест, одновременно работающих на i -й операции в рамках j -го временного интервала; $C_{\text{р.м}_{(i+1)j}}^{\text{пр}}$ – принятое число рабочих мест, одновременно работающих на $(i+1)$ -й операции в рамках j -го временного интервала; $t_{\text{шт}_i}$ – штучное время обработки предметов труда на i -й операции; $t_{\text{шт}_{(i+1)}}$ – штучное время обработки предметов труда на $(i+1)$ -й операции.

7. На основе рассчитанных приращений оборотного задела строится график изменения такого задела по каждой паре технологических операций и по его минимальной точке устанавливается нулевой уровень заделов (нулевая линия).

8. На основе построенного графика устанавливается абсолютная величина оборотного задела на начало периода оборота линии по каждой паре технологических операций.

9. Для каждого из выделенных временных интервалов по каждой паре операций рассчитывается накопленное приращение оборотного задела:

$$\Delta Z_{\text{об.накоп}}^{ij} = \sum_{k=1}^j \Delta Z_{\text{об}}^{ik}. \quad (21.61)$$

10. Для каждого из выделенных временных интервалов на момент его окончания устанавливается абсолютная величина оборотного задела:

$$Z_{\text{об}}^{ij} = \Delta Z_{\text{об.накоп}}^{ij} + Z_{\text{об}}^{\text{нач.пер}}. \quad (21.62)$$

11. Для каждого из выделенных временных интервалов рассчитывается средняя величина оборотного задела:

$$Z_{\text{об.сред}}^{ij} = \frac{Z_{\text{об}}^{i(j-1)} + Z_{\text{об}}^{ij}}{2}, \quad (21.63)$$

где $Z_{\text{об}}^{i(j-1)}$ – величина оборотного задела на момент окончания предыдущего $(j-1)$ -го временного интервала; $Z_{\text{об}}^{ij}$ – величина оборотного задела на момент окончания анализируемого j -го временного интервала.

Для каждой пары смежных технологических операций рассчитывается средняя величина оборотного задела за весь период оборота линии:

$$Z_{\text{об.сред}}^i = \frac{\sum_{j=1}^m Z_{\text{об.сред}}^{ji} \cdot T_j}{T_0}, \quad (21.64)$$

где T_0 – продолжительность периода оборота линии.

Осуществляется расчет суммарной величины среднего оборотного задела по всей технологической линии:

$$Z_{\text{об.сред}}^{\text{сум}} = \sum_{i=1}^{L-1} Z_{\text{об.сред}}^i, \quad (21.65)$$

где L – общее число технологических операций, выполняемых на линии.

**Расчет межоперационного оборотного задела
на технологической линии при последовательном
способе передачи предметов труда**

1. С учетом планируемого режима работы линии и установленного для нее производственного задания по выпуску продукции рассчитывается ритм работы линии:

$$r = \frac{F_{\text{эф}}}{N}. \quad (21.66)$$

2. Для каждой из операций, выполняемых на линии, определяется расчетное число необходимых рабочих мест:

$$C_{\text{р.м}_i}^{\text{расч}} = \frac{t_{\text{шт}_i}}{r}. \quad (21.67)$$

3. Для каждой из операций устанавливают принятое число рабочих мест и степень их плановой загрузки. Принимаемое число рабочих мест определяется округлением их расчетного числа с учетом допустимой перегрузки, величина которой обычно не превышает 5 %:

$$C_{\text{р.м}_i}^{\text{пр}} = C_{\text{р.м}_i}^{\text{расч}} \pm 5 \%. \quad (21.68)$$

4. Строится график загрузки оборудования по каждой операции, выполняемой на линии.

5. Для каждой пары технологических операций выделяются интервалы, в рамках которых загрузка оборудования остается неизменной, и вычисляется продолжительность каждого такого интервала.

6. Для каждого выделенного временного интервала по каждой из смежных технологических операций рассчитывается абсолютная величина изменения оборотного задела на этой операции:

$$\Delta Z_{\text{об.ч}}^{ij} = T_j \frac{C_{\text{р.м}_{ij}}^{\text{пр}}}{t_{\text{шт}_i}}; \quad (21.69)$$

$$\Delta Z_{\text{об.ч}}^{(i+1)j} = T_j \frac{C_{\text{р.м}_{(i+1)j}}^{\text{пр}}}{t_{\text{шт}_{(i+1)}}}, \quad (21.70)$$

где $\Delta Z_{\text{об.ч}}^{ij}$ – абсолютная величина частного изменения оборотного задела на i -й операции к моменту окончания j -го временного интервала;

$\Delta Z_{\text{об.ч}}^{(i+1)j}$ – абсолютная величина частного изменения оборотного задела на $(i+1)$ -й операции к моменту окончания j -го временного интервала.

7. На основе рассчитанных величин изменения оборотного задела для каждой из смежных технологических операций рассматриваемой пары строятся индивидуальные графики динамики заделов (график накопления партии деталей для предыдущей операций и график использования переданной ему партии для последующей операции). По минимальным точкам построенных графиков устанавливается нулевой уровень заделов на каждой из операций (нулевая линия), отталкиваясь от которого рассчитываются абсолютные частные величины остатков заделов на каждой из операций в граничных точках каждого из выделенных интервалов времени.

8. Сложением рассчитанных на предыдущем этапе абсолютных величин остатков заделов на смежных операциях определяется сводная величина межоперационного задела для рассматриваемой пары операций в граничных точках каждого из выделенных интервалов времени и строится сводный график динамики такого задела:

$$Z_{\text{об}}^{ij} = Z_{\text{об.ч}}^{ij} + Z_{\text{об.ч}}^{(i+1)j}, \quad (21.71)$$

где $Z_{\text{об.ч}}^{ij}$ – абсолютная частная величина остатка оборотного задела на i -й операции к моменту окончания j -го временного интервала; $Z_{\text{об.ч}}^{(i+1)j}$ – абсолютная частная величина остатка оборотного задела на $(i+1)$ -й операции к моменту окончания j -го временного интервала.

9. Для каждого из выделенных временных интервалов рассчитывается средняя величина оборотного задела:

$$Z_{\text{об.сред}}^{ij} = \frac{Z_{\text{об}}^{i(j-1)} + Z_{\text{об}}^{ij}}{2}. \quad (21.72)$$

10. Для каждой пары смежных технологических операций рассчитывается средняя величина оборотного задела за весь период оборота линии:

$$Z_{\text{об.сред}}^i = \frac{\sum_{j=1}^m Z_{\text{об.сред}}^{ji} \cdot T_j}{T_0}. \quad (21.73)$$

11. Осуществляется расчет суммарной величины среднего оборотного задела по всей технологической линии:

$$Z_{\text{об.сред}}^{\text{сум}} = \sum_{i=1}^{L-1} Z_{\text{об.сред}}^i \cdot \quad (21.74)$$

Расчет межоперационного оборотного задела на линии при последовательно-параллельном способе передачи предметов труда осуществляется по тому же алгоритму, что и при последовательном способе, с учетом двух специфических особенностей:

1) на пятом этапе при выделении временных интервалов в качестве граничных точек должны быть учтены не только точки смены числа задействованных единиц оборудования по смежным операциям, но и точки внутрисменной передачи партий (точки перехода от одной партии к другой);

2) на седьмом этапе при построении графиков динамики заделов на смежных операциях и в ходе последующего установления абсолютных частных величин остатков заделов на каждой из операций должно быть учтено, что в точках внутрисменной передачи партий остаток задела на предыдущей операции должен моментально упасть до нулевого уровня, а на последующей – моментально возрасти на величину переданной партии.

Объединив рассчитанное значение суммарного оборотного задела со значениями технологического, транспортного и резервного заделов, можно определить суммарную величину внутрилинейного производственного задела по деталям того или иного наименования:

$$Z^{\text{общ}} = Z_{\text{об.сред}}^{\text{сум}} + Z_{\text{тех}} + Z_{\text{тр}} + Z_{\text{рез}} \cdot \quad (21.75)$$

Оборотные межлинейные заделы рассчитываются по той же методике, что и внутрилинейные, но при этом в качестве смежных производственных звеньев рассматриваются не отдельные рабочие места, а отдельные участки, т. е. линии в целом.

Транспортные межлинейные заделы определяются по формуле

$$Z_{\text{тр}}^{\text{мл}} = \frac{T_{\text{тр}}^{\text{мл.ср}}}{r}, \quad (21.76)$$

где $T_{\text{тр}}^{\text{мл.ср}}$ – средняя продолжительность транспортировки предметов труда с одной линии на другую.

Резервный межлинейный задел рассчитывается аналогично внутрилинейному [см. формулу (21.77)], однако резерв времени при таком расчете устанавливается кратным не одной рабочей смене, а одному рабочему дню:

$$Z_{рез}^{мл} = \frac{T_{рез}}{r}. \quad (21.77)$$

ТЕМА 22. ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ОПЕРАТИВНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАДАНИЙ

- Распределение годовой производственной программы по кварталам и месяцам.
 - Общий алгоритм разработки оперативно-производственных заданий в серийном производстве.
 - Особенности разработки оперативно-производственных заданий в массовом производстве.
 - Особенности разработки оперативно-производственных заданий в единичном и мелкосерийном производстве.
-
-

22.1. Распределение годовой производственной программы по кварталам и месяцам

Распределение годовой производственной программы является исходной базой для составления детализированных оперативных заданий для производственных подразделений предприятия. Такое распределение должно осуществляться с учетом имеющихся объемов и предполагаемой динамики ресурсов предприятия, а также с учетом принятых требований по выпуску готовой продукции за год.

При распределении годовой производственной программы должны учитываться внутренние и внешние требования.

К основным *внешним требованиям* относятся:

- 1) выполнение утвержденной годовой производственной программы по номенклатуре и объемам выпуска продукции;
- 2) соблюдение договорных сроков поставки продукции заказчикам в оговоренном ассортименте;
- 3) учет наличия и ожидаемой динамики поставок материалов, покупных полуфабрикатов и комплектующих.

Внутренние требования в большинстве случаев сводятся:

- 1) к обеспечению равномерной загрузки оборудования и персонала по месяцам года;
- 2) обеспечению требуемых темпов роста отдачи производственных ресурсов в течение года;
- 3) повышению серийности выпуска конструктивно однородных изделий;
- 4) учету сроков выполнения технической подготовки производства новых и модифицируемых изделий.

Результаты распределения годовой производственной программы напрямую влияют на степень загрузки оборудования, персонала и площадей и тем самым определяют уровень текущих затрат по изготовлению продукции.

Недогрузка оборудования и рабочих в каком-либо месяце может привести к неявным доплатам за простои и использованию рабочих более низкой квалификации, а также к увеличению условно-постоянных накладных расходов на единицу продукции.

С другой стороны, перегрузка оборудования хотя и минимизирует удельную величину условно-постоянных затрат, однако влечет за собой доплаты рабочим за работу в сверхурочные часы и увеличение потерь от брака.

Таким образом, распределение годовой программы неоднозначно влияет на производственные издержки, вследствие чего такое распределение должно осуществляться на основе решения соответствующих оптимизационных экономико-математических задач. На практике наибольшее распространение получила задача, в качестве целевой функции минимизирующая комплексные издержки, связанные с недогрузкой и перегрузкой оборудования, а в качестве ограничений:

- 1) требование равенства суммы месячных выпусков изделий запланированному годовому выпуску;
- 2) требование последовательного наращивания накопленных объемов выпуска продукции по месяцам года (требование непрерывности производственного процесса);
- 3) требование соответствия величин трудоемкости и станкоемкости выпуска продукции по месяцам лимитным значениям фондов времени работы рабочих и оборудования.

22.2. Общий алгоритм разработки оперативно-производственных заданий в серийном производстве

Разработка ОПЗ в условиях серийного производства осуществляется по общему алгоритму, включающему в себя три укрупненных стадии:

- 1) составление месячных оперативных программ для цехов;
- 2) составление месячных оперативных программ для участков;
- 3) составление сменно-суточных заданий для участков и рабочих мест.

Составление месячных оперативных программ для цехов

В серийном производстве в основу процедур составления месячных программ цехов в большинстве случаев кладется соблюдение нормативных опережений выпуска партий деталей и сборочных единиц, обрабатываемых в этих цехах. В этих условиях основными исходными данными для составления цеховых месячных программ являются:

- 1) данные о фактическом запуске и выпуске деталей, сборочных единиц и изделий по цехам на момент расчета и на конец отчетного месяца;
- 2) установленные по результатам распределения годовой производственной программы объемы выпуска готовых изделий на конец каждого месяца;
- 3) рассчитанные значения основных календарно-плановых нормативов (опережений запуска-выпуска, размеров партий деталей и ритмов их чередования).

В серийном производстве бесперебойная и равномерная работа каждого последующего цеха может быть обеспечена только в том случае, если плановые опережения выпуска партий деталей в каждом предыдущем цехе не будут меньше нормативных опережений выпуска, т. е. когда будет выполняться условие

$$O_{\text{план}}^{\text{В}} \geq O_{\text{норм}}^{\text{В}} \quad (22.1)$$

Плановое опережение выпуска первой партии деталей в предстоящем месяце для каждого из цехов рассчитывается по формуле

$$O_{\text{план}}^{\text{В}} = O_{\text{факт}}^{\text{В}} - D_1^{\text{В}} = \frac{(N_{\text{факт}}^{\text{В}} - N_{\text{сбор}}^{\text{В}})}{N_{\text{дн}}} - D_1^{\text{В}}, \quad (22.2)$$

где $O_{\text{факт}}^B$ – фактическое опережение выпуска деталей рассматриваемого наименования на момент выполнения расчета; $N_{\text{факт}}^B$ – порядковый номер конечного изделия, по которому на момент выполнения расчета в цехе фактически выпущены детали рассматриваемого наименования; $N_{\text{сбор}}^B$ – порядковый номер конечного изделия, которое на момент выполнения расчета выпущено с последней операции сборки; $N_{\text{дн}}$ – средний дневной выпуск изделий; D_1^B – число рабочих дней от момента выполнения расчета до момента выпуска в плановом месяце первой партии деталей рассматриваемого наименования (неизвестная величина).

Для минимизации объема средств, связываемых в незавершенном производстве, необходимо стремиться к тому, чтобы выполнялось условие

$$O_{\text{план}}^B = O_{\text{норм}}^B \cdot \quad (22.3)$$

Подставив выражение (22.3) в формулу (22.2) и сделав преобразования, можно определить то число дней, через которое (по отношению к моменту осуществления расчета) должна быть выпущена из обработки первая за месяц партия деталей рассматриваемого наименования:

$$D_1^B = O_{\text{факт}}^B - O_{\text{норм}}^B \cdot \quad (22.4)$$

Аналогичное выражение можно составить и для сроков запуска в обработку первой партии деталей:

$$D_1^3 = O_{\text{факт}}^3 - O_{\text{норм}}^3 \cdot \quad (22.5)$$

Отрицательные значения величин сроков запуска и выпуска первой партии свидетельствуют о том, что изготовление такой партии необходимо организовать как можно скорее.

Сроки запуска-выпуска каждой последующей партии деталей определяются прибавлением нормативного ритма чередований партий к срокам запуска-выпуска выпуска предыдущей партии:

$$D_i^3 = D_{i-1}^3 + R; \quad (22.6)$$

$$D_i^B = D_{i-1}^B + R. \quad (22.7)$$

Таким образом, вычислив срок выпуска первой партии по отношению к моменту составления месячной программы, можно установить сроки выпуска всех последующих партий до конца месяца.

Зная сроки выпуска партий деталей от момента составления плана до конца планового месяца, можно также определить и число партий, подлежащих выпуску в течение планового месяца

Значение числа партий, подлежащих выпуску, определяется по формуле

$$k = \left[\frac{(N_{к.м}^{сб} + O_{норм}^B \cdot N_{дн} - N_{н.м}^B)}{n} \right], \quad (22.8)$$

где $N_{к.м}^{сб}$ – число готовых изделий нарастающим итогом, которые необходимо выпустить со сборки на конец месяца; $N_{н.м}^B$ – число деталей рассматриваемого вида нарастающим итогом, которые должны быть выпущены цехом на начало планового месяца; n – принятый размер партий деталей рассматриваемого наименования.

Аналогичным образом определяется и месячная программа по запуску партий деталей в обработку.

При неизменном ежедневном выпуске изделий в последующие месяцы месячные программы могут составляться для каждого цеха в любой последовательности независимо от их составления для других цехов. Если же дневной выпуск изменяется, то месячные программы должны составляться в последовательности, обратной ходу технологического процесса, т. е. сначала для сборочных цехов, затем для обрабатывающих и далее для заготовительных.

Месячные производственные программы цехов принято оформлять в виде специальных таблиц, в которых фиксируются следующие основные параметры:

- 1) условные номера и наименования всех изготавливаемых в цехе деталей;
- 2) размеры и ритмы чередования партий деталей каждого вида;
- 3) нормативные опережения запуска и выпуска партий деталей каждого наименования;
- 4) сроки запуска и выпуска первой в плановом месяце партии деталей каждого наименования;
- 5) сроки запуска и выпуска всех последующих партий;
- 6) общее количества партий деталей каждого наименования, запланированных к выпуску в цехе за месяц;

7) порядковые номера конечных изделий, для укомплектования которых в цехе на конец месяца должны быть выпущены детали каждого наименования.

Составление месячных оперативных программ для участков

Составление месячных заданий для производственных участков зависит от принятых в соответствующей системе ОКП планово-учетных единиц. В качестве таких единиц могут выступать:

– в системе планирования по опережениям – партии одноименных деталей;

– в системе планирования по заделам – условные комплекты одноименных деталей, идущие на изготовление готовых изделий того или иного вида;

– в системе планирования по цикловым комплектам – комплекты деталей различных наименований, сходных по технологии своей обработки;

– в системе планирования по комплектовочным номерам – наборы деталей различных наименований, идущих на укомплектование готовых изделий того или иного вида.

Вне зависимости от вида используемых планово-учетных единиц месячные задания для технологически-связанных участков составляются в последовательности, обратной ходу технологического процесса, т. е. от последнего участка к первому. При этом для каждого из участков вначале устанавливаются сроки выпуска каждой планово-учетной единицы, а затем – сроки запуска таких единиц в обработку.

Основой для выполнения плановых расчетов являются:

1) установленные на предыдущем этапе оперативно-календарного планирования сроки запуска и выпуска партий деталей каждого наименования по цеху в целом;

2) принятый вид и структура планово-учетных единиц;

3) нормативные значения внутрицеховых производственных нормативов (длительности технологических циклов для каждого из участков, времени на внутрицеховую транспортировку деталей, время на выполнение контрольных операций и т. д.).

Если используемые планово-учетные единицы включают в себя детали только одного наименования (системы планирования по опережениям и заделам), то сроки запуска каждой из этих единиц в обработку на том или ином участке рассчитываются исходя из сроков выпуска и нормативной длительности цикла обработки партии на

данном участке. Если же используемые планово-учетные единицы внутренне неоднородны (т. е. представляют собой комплекты различных деталей), то для расчета сроков их запуска в обработку необходимо знать сроки выпуска, время обработки каждого вида деталей, входящих в комплект, и степень параллельности изготовления таких деталей.

В зависимости от степени серийности производства сроки запуска и выпуска планово-учетных единиц участками могут задаваться по декадам, пятидневкам и отдельным рабочим дням месяца.

Месячное задание участку оформляется в виде специальной таблицы, фиксирующей следующие параметры:

1) условные номера и наименования всех изготавливаемых на участке планово-учетных единиц;

2) состав планово-учетных единиц каждого вида (размеры партий деталей или состав комплектов);

3) ритмы чередования партий деталей (для систем планирования по опережениям и по заделам);

4) сроки запуска и выпуска из обработки каждой очередной планово-учетной единицы;

5) общий объем планово-учетных единиц каждого вида, подлежащих запуску на участок и выпуску с него в натуральных единицах и по трудоемкости (в нормо-часах).

Включение в оперативную программу участка общих объемов планово-учетных единиц каждого вида по запуску и выпуску облегчает учет фактического выполнения такой программы. С этой целью по окончании месяца рассчитываются проценты выполнения месячного задания участком, показывающие соотношение запланированного и фактически выполненного объема работ в натуральном и трудовом выражении.

Месячные задания для участков составляются в планово-диспетчерском бюро (ПДБ) цеха и выдаются мастерам участков до начала планового месяца. Копии месячных заданий могут передаваться в цеховые кладовые для подготовки необходимых материалов, заготовок, инструмента и технологической оснастки.

Составление сменно-суточных заданий для участков и рабочих мест

Составление заданий на каждую рабочую смену суток является завершающим этапом оперативно-календарного планирования производства. При сменно-суточном планировании окончательно устанавли-

ливаются сроки запуска партий деталей в обработку, движения их по операциям и рабочим местам и выпуска из обработки. Сменные производственные задания составляются отдельно для каждого участка в смену, предшествующую плановой. В сменное задание вписываются все основные рабочие по данному участку и для каждого из таких рабочих формируются индивидуальные задания по выпуску деталей. В первоочередном порядке в сменное задание включатся те детали и узлы, по выпуску которых в предыдущей смене произошло отставание. Работы, включаемые в сменное задание, должны быть обеспечены всеми необходимыми ресурсами (основными материалами и заготовками, вспомогательными материалами, технологической оснасткой, транспортными средствами и т. п.). При этом общий объем работы, задаваемый рабочему на смену, должен обеспечить его полную загрузку с учетом достигнутого уровня выполнения норм.

Разработанные сменные задания участкам обычно оформляются в виде таблиц (табл. 22.1), одновременно используемых для оперативного учета хода производства.

Таблица 22.1

Сменное задание участку

Рабочий			Инвентарный номер единицы оборудования	Деталь		Операция		Разряд работы	Норма времени, мин		Задано деталей на смену, шт.	Обработано деталей за смену, шт.			Отметки о причинах невыполнения сменного плана
Табельный номер	ФИО	Разряд		Номер	Наименование	Номер	Наименование		Подготовительно-заключительного	Штучного		Годных	Шифр брака	Бракованных	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Сменные задания утверждаются начальником цеха и выдаются начальнику участка (старшему мастеру), а затем – сменному мастеру, чтобы последний мог заблаговременно обеспечить рабочие места

всем необходимым и ознакомить рабочих с предстоящей работой. Помимо этого копии сменных заданий также могут направляться в материальные, промежуточные и инструментальные кладовые для подготовки необходимого количества материалов, полуфабрикатов и технологической оснастки, которые должны доставляться на рабочие места до начала смены вспомогательными рабочими.

Вместе со сменным заданием мастеру должны быть выданы все документы, необходимые для выполнения запланированных работ:

- рабочие наряды или маршрутные карты;
- требования на материалы или полуфабрикаты;
- накладные на сдачу готовых деталей;
- технологические карты, чертежи и т. п.

По окончании смены мастер проставляет в сменном задании число обработанных деталей (годных и бракованных), делает отметки о причинах невыполнения сменного задания отдельными рабочими или отступлений от задания, если они имели место, и отчитывается перед начальником участка о выполнении задания за смену в целом по участку. Экземпляр заполненного мастером сменного задания передается в ПДБ цеха для ведения оперативного учета и корректировки сменных заданий на следующие сутки. Вместе со сменным заданием мастер должен сдать простойные и доплатные листы и акты-извещения о браке, о чем должна быть сделана отметка в сдаваемом им экземпляре сменного задания.

Для улучшения сменно-суточного планирования сменные задания участкам могут объединяться со сменными рапортами ОТК о приемке обработанных деталей и узлов.

22.3. Особенности разработки оперативно-производственных заданий в массовом производстве

В массовом производстве номенклатура обрабатываемых деталей и собираемых сборочных единиц и изделий сравнительно невелика и устойчива на протяжении длительного периода времени. Поэтому составляемые в таких условиях производственные задания являются более детализированными, чем в серийном производстве, и представляют собой стандартизированные планы-графики работы отдельных участков и рабочих мест.

Разработка ОПЗ в массовом производстве заключается в составлении месячных оперативных программ для цехов и внутрицеховом календарном планировании.

Составление месячных оперативных программ для цехов

В массовом производстве планово-учетными единицами для заготовительных и обрабатывающих цехов являются детали отдельных наименований, а для сборочных цехов – сборочные единицы и изделия.

В массовом производстве в большинстве случаев составляются квартальные программы с разбивкой выпуска по месяцам. Составление квартальных (месячных) оперативных программ ведется по цехам в последовательности, обратной ходу технологического процесса, т. е. сначала составляются программы для сборочного цеха, затем – для обрабатывающих цехов и потом для заготовительных.

Расчет выпуска детали каждого наименования в i -м цехе за квартал (или месяц) осуществляется по формуле

$$N_{в_i} = N_{з_{(i+1)}} + N'_i + \Delta N''_i, \quad (22.9)$$

где $N_{з_{(i+1)}}$ – число деталей данного наименования, подлежащих запуску в $(i+1)$ -м цехе; N'_i – число деталей данного наименования, подлежащих поставке i -м цехом на сторону; $\Delta N''_i$ – отклонение фактического складского задела деталей данного наименования в i -м цехе от нормативного.

Соответственно расчет запуска деталей осуществляется по формуле

$$N_{з_i} = \frac{N_{в_i} + \Delta N_i}{1 - P_{бр_i}}, \quad (22.10)$$

где ΔN_i – отклонение фактического внутрицехового задела деталей данного наименования в i -м цехе от нормативного; $P_{бр_i}$ – планируемый коэффициент брака деталей данного наименования в i -м цехе.

Месячная программа работы цеха в массовом производстве обычно составляется в виде плана-графика его работы (табл. 22.2) с указанием числа выпускаемых деталей по дням месяца. Такие планы-графики для отдельных поточных линий могут составляться в пооперационном разрезе (по каждой операции). Число деталей, подлежащих выпуску в течение каждого дня, определяется делением месячного выпуска на число рабочих дней в месяце. Учет выполнения

месячных и внутримесячных оперативных программ ведется непосредственно на самих планах на основании документов об отправке продукции из цеха.

Таблица 22.2

Месячный план-график выпуска деталей цехом

Номер детали	Наименование детали	Программа на месяц		Среднедневная программа		Выпуск деталей		По дням месяца			
		Выпуск	Запуск	Выпуск	Запуск			1	2	...	30
						За сутки	План				
							Факт				
						С начала месяца	План				
							Факт				
						За сутки	План				
							Факт				
						С начала месяца	План				
							Факт				

Внутрицеховое календарное планирование

Месячная (квартальная) программа для цеха является, как правило, и месячным заданием для участков, так как каждый участок в массовом производстве специализирован по предметному принципу, состоит из ряда поточных линий и выпускает заготовки, готовые детали, сборочные единицы или изделия.

Внутрицеховое оперативно-календарное планирование для поточных линий обычно сводится к составлению *стандартов-планов* их работы на отрезок времени, равный периоду оборота линии, т. е. на период, для которого характерны равный выпуск изделий со всех операций, одинаковый график выполнения операций и полный цикл изменения оборотных заделов. Для удобства организации работы, планирования, управления и учета длительность периода оборота линии устанавливается кратной продолжительности рабочей смены.

В основе стандарт-плана лежит *график выполнения операций*, показывающий время начала, продолжительность работы и время окончания работы каждого рабочего места на линии, которое зависит от таких факторов, как:

- 1) принятая схема организации многостаночного обслуживания;
- 2) принятый вариант закрепления рабочих мест за несколькими операциями;
- 3) принятый вариант догрузки линии внепоточной продукцией.

При этом многостаночное обслуживание, догрузка не полностью загруженных рабочих мест внепоточной продукцией, закрепление за одним рабочим местом нескольких операций являются инструментами, обеспечивающими повышение уровня занятости рабочих и загрузки оборудования.

На однопредметных поточных линиях может быть организовано как параллельное, так и последовательное многостаночное обслуживание.

Параллельное многостаночное обслуживание может осуществляться на однотипных и разнотипных станках. Для организации параллельного многостаночного обслуживания на однотипных станках необходимо соблюдать соотношение

$$t'_i < t''_i, \quad (22.11)$$

где t'_i – ручное время на i -й операции; t''_i – машинное время на i -й операции.

Работа на станках при многостаночном обслуживании осуществляется циклично. Циклом многостаночного обслуживания называется минимальный отрезок времени, в течение которого операции выполняются по одному и тому же повторяющемуся графику. Величина цикла многостаночного обслуживания определяется по зависимости

$$T'_{ц_i} = \max \left\{ t_i, t'_i \cdot q_i \right\}, \quad (22.12)$$

где t_i – штучно-калькуляционное время выполнения i -й операции; q_i – число обслуживаемых работником единиц оборудования.

Для оценки результативности работы многостаночников используются следующие четыре показателя:

1) продолжительность простоя рабочего места многостаночника:

$$t_{\text{пр.р.м}_i} = T'_{ц_i} - t_i; \quad (22.13)$$

2) коэффициент загрузки рабочего места многостаночника:

$$\alpha_i = \frac{t_i}{T'_{ц_i}}; \quad (22.14)$$

3) продолжительность простоя рабочего-многостаночника:

$$t_{\text{пр.р}_i} = T'_{ц_i} - t'_i \cdot q_i; \quad (22.15)$$

4) коэффициент загрузки (занятости) рабочего-многостаночника:

$$\beta_i = \frac{t'_i \cdot q_i}{T'_{ц_i}}. \quad (22.16)$$

На рис. 22.1 показаны графики многостаночного обслуживания для трех и четырех станков при штучно-калькуляционном времени на операцию, равном 7 мин, ручном времени 2 мин и машинном времени 5 мин. Как видно из графиков, при обслуживании трех единиц оборудования цикл равен 7 мин, станки работают непрерывно, а рабочий в течение цикла простаивает 1 мин. При обслуживании четырех станков цикл составляет 8 мин, рабочий работает непрерывно, а оборудование простаивает 1 мин за цикл.

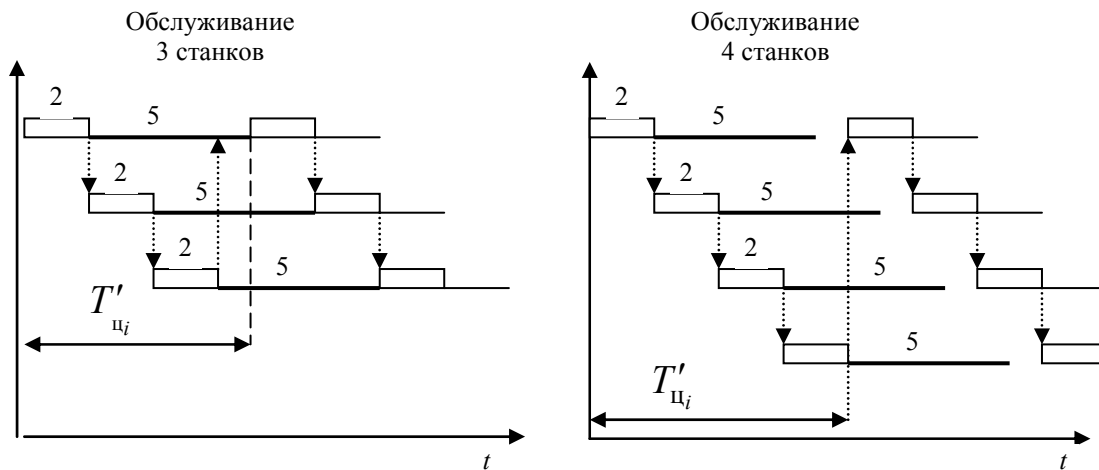


Рис. 22.1. Примеры графиков многостаночного обслуживания

Для организации параллельного многостаночного обслуживания на разнотипных станках необходимым является выполнение условия

$$\sum_{i=1}^M t'_i < r, \quad (22.17)$$

где M – множество операций, выполняемых многостаночником; r – ритм поточной линии.

При соблюдении указанного условия работа многостаночника будет являться циклической.

В зависимости от варианта организации параллельного многостаночного обслуживания на разнотипных станках степень загрузки оборудования и рабочих будет изменяться.

Последовательное многостаночное обслуживание организуется на разнотипных станках. Базовым условием его организации является соблюдение соотношения

$$\sum_{i=1}^L t_i \cdot n \leq T_{об}, \quad (22.18)$$

где L – множество операций, выполняемых рабочим в порядке последовательного многостаночного обслуживания; n – размер обрабатываемой партии деталей; $T_{об}$ – период оборота линии.

Коэффициент занятости (загрузка) многостаночника при последовательной форме обслуживания определяется по формуле

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^L t_i \cdot n}{T_{об}}. \quad (22.19)$$

При последовательном многостаночном обслуживании работник переходит от одной операции к другой, обрабатывая всю партию деталей или ее часть. Обработка части партии (размер которой должен быть кратен размеру всей партии) позволяет обеспечить минимизацию размеров заделов. При этом в течение периода оборота линии график многостаночного обслуживания повторяется соответствующее число раз (равное кратности размера партии и размера последовательно обрабатываемой ее части).

22.4. Особенности разработки оперативно-производственных заданий в единичном и мелкосерийном производстве

Разработка ОПЗ в единичном и мелкосерийном производстве ведется в разрезе отдельных заказов, так как даже однотипные изделия, изготавливаемые для разных заказчиков, могут иметь некоторые конструктивно-технологические различия. Основными особенностями процессов разработки ОПЗ в таких условиях являются:

1) необходимость тесной увязки плана изготовления и выпуска изделий с планом подготовки производства по каждому заказу (особенно для изделий с длительным производственным циклом);

2) сложность распределения производственных процессов во времени и пространстве, обеспечивающего выполнение каждого заказа в установленный срок при наилучшем использовании ресурсов;

3) отсутствие на момент составления объемных и даже календарных планов необходимых норм (времени, расхода материалов и др.) или задержка с их разработкой.

Оперативно-календарное планирование в единичном и мелкосерийном производстве, как и в серийном производстве, заключается в составлении месячных оперативных программ для цехов и во внутрицеховом оперативно-календарном планировании – т. е. в составлении месячных и сменно-суточных заданий для участков и рабочих мест.

Исходной базой для разработки ОПЗ в единичном и мелкосерийном производстве выступают:

1) результаты распределения годовой производственной программы предприятия по подразделениям и месяцам года;

2) состав используемых планово-учетных единиц, зависящий от применяемой системы ОКП;

3) рассчитанные значения основных календарно-плановых нормативов (длительности циклов выполнения заказов, величины складских заделов стандартизированных деталей и т. д.).

Разработка месячных программ для цехов зависит от вида используемых планово-учетных единиц, определяемого особенностями применяемой системы ОКП.

При применении позаказной системы оперативного планирования месячное задание для каждого цеха формируется на основе тех заказов, выполнение которых отнесено на соответствующий месяц в результате объемного распределения годовой производственной программы. Полученный в результате такого распределения объемно-календарный план показывает, в каком месяце необходимо начинать и заканчивать изготовление того или иного заказа, а также какой объем различных работ (заготовительных, обрабатывающих и сборочных) по каждому заказу должен быть выполнен в плановом месяце. На основе заданных сроков сдачи заказов клиентам, а также исходя из цикловых графиков их выполнения для каждого из цехов по плановому месяцу устанавливаются состав и сроки выполнения отдельных работ. Суммирование таких работ по каждому цеху позволяет установить плановую загрузку различных групп оборудования и потреб-

ность в других производственных ресурсах по декадам месяца. При данной системе оперативно-производственного планирования месячное задание для цеха оформляется в виде таблицы, в которой фиксируются следующие параметры:

- 1) порядковые номера и наименования выполняемых заказов;
- 2) порядковые номера и наименования деталей, изготавливаемых по каждому из выполняемых заказов;
- 3) фактический процент готовности заказа на начало планового месяца;
- 4) плановый процент готовности заказа на конец планового месяца;
- 5) планируемый выпуск деталей каждого наименования по каждому выполняемому заказу по пятидневкам или декадам месяца;
- 6) планируемая трудоемкость работ по заказу по пятидневкам или декадам месяца.

В рамках комплектно-сборочной системы оперативного планирования в качестве планово-учетных единиц выступают комплекты разноименных деталей, одновременно подающихся на сборку и имеющих схожие технологические маршруты своего изготовления. При использовании данной системы ОКП разработка оперативных программ для цехов ведется так же, как в серийном производстве при использовании систем ОКП по цикловым комплектам – т. е. исходя из установленных опережений выпуска соответствующих групп деталей по цехам. Соответствующие опережения при этом устанавливаются исходя из разработанных графиков выпуска конечных изделий (заказов), для которых рассматриваемые комплекты деталей и формируются. При данной системе оперативно-производственного планирования месячное задание для цеха включает в себя следующие пункты:

- 1) порядковые номера и наименования всех изготавливаемых в цехе сборочных комплектов;
- 2) порядковые номера и наименования всех деталей, изготавливаемых для всех формируемых в цехе сборочных комплектов;
- 3) плановая трудоемкость изготовления одного сборочного комплекта каждого вида;
- 4) фактическое наличие сборочных комплектов каждого вида на начало планового месяца;
- 5) плановое наличие сборочных комплектов каждого вида на конец планового месяца;

б) задания по выпуску сборочных комплектов каждого вида по пятидневкам или декадам планового месяца, выраженные в натуральных и трудовых единицах.

При системе планирования «на склад» планово-учетными единицами выступают партии одноименных стандартизированных деталей. Потребность в таких деталях для планового месяца устанавливается исходя из запланированных объемов выпуска различных видов готовых изделий и сборочных единиц, а также исходя из нормативной величины складского запаса подобных деталей. Основой для планирования выпуска партий таких стандартизированных деталей выступают календарные графики выпуска соответствующих готовых изделий и сборочных единиц. При данной системе оперативно-производственного планирования месячное задание для цеха включает в себя следующие пункты:

1) наименования стандартизированных деталей всех видов, изготавливаемых в рассматриваемом цехе;

2) нормативный и фактический складской запас стандартизированных деталей каждого вида на начало планового месяца;

3) нормативные размеры партий всех видов стандартизированных деталей;

4) трудоемкость изготовления партий деталей каждого вида;

5) задания по выпуску стандартизированных деталей каждого вида по пятидневкам или декадам планового месяца, выраженные в натуральных и трудовых единицах;

б) плановый складской запас стандартизированных деталей каждого вида на конец планового месяца.

Порядок разработки *месячных оперативных заданий для участков* в единичном и мелкосерийном производстве в целом аналогичен порядку их составления в серийном производстве.

Для *технологических участков* месячные оперативные задания целесообразнее составлять в поддетальном разрезе (табл. 22.3). При этом сроки выпуска детали каждого наименования определяются вычитанием длительности производственного цикла сборки сборочной единицы и обработки детали после данного участка из сроков выпуска сборочной единицы, установленных в месячной программе для цеха.

Задание участку на месяц

Номер заказа	Номер детали (сборочной единицы)	Наименование детали (сборочной единицы)	Норма времени на деталь, н-ч	Задано на месяц		Выпуск по декадам (пятидневкам), шт.			Выполнено за месяц		Процент выполнения месячного задания
				Количество, шт.	В нормо-часах	1	2	3	Количество, шт.	В нормо-часах	

Для *предметных участков*, специализированных по сборочным единицам, месячные оперативные задания составляются в виде выборки из месячной программы для цеха тех сборочных единиц, которые закреплены за соответствующими участками.

Для участков, на которых обрабатывается небольшое число трудоемких деталей, а также для уникального оборудования месячное задание может составляться в виде плана-графика загрузки оборудования (рабочих мест) (см. рис. 22.1). Для сборочных участков, особенно для участков общей сборки изделий, целесообразно составлять планы-графики сборки изделий в пооперационном разрезе. В соответствии с такими графиками могут быть составлены месячные задания бригадам рабочих-сборщиков.

Разработка сменно-суточных заданий для участков и рабочих мест в мелкосерийном и единичном производстве осуществляется так же, как и в серийном, с тем основным отличием, что при обработке трудоемких деталей (т. е. при выполнении сложных заказов) в сменном задании также указывается плановый процент их готовности, если обработка таких деталей не может быть полностью закончена в течение рассматриваемой смены. В соответствии с этим оперативный учет выполнения сменных заданий участками в единичном производстве предусматривает учет выполнения как полностью завершенных, так и частично законченных работ. Типовой план-график загрузки оборудования представлен на рис. 22.2.

Номер рабочего места	Наименование оборудования	План и фактическое выполнение задания по дням/сменам															
		1		2		3		4		5		...		30		31	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
...	...	a_1/b_1		a_2/b_2		a_3/b_3		a_4/b_4				$a_{(n-1)}/b_{(n-1)}$		a_n/b_n			

Рис. 22.2. План-график загрузки оборудования:

a_i – номер обрабатываемой i -й детали; b_i – номер выполняемой для i -й детали технологической операции; – фактическое выполнение операции; – плановое выполнение операции

Оптимизация сменно-суточных заданий в мелкосерийном и единичном производствах осуществляется с учетом порядка запуска-выпуска изделий.

ТЕМА 23. ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ДИСПЕТЧИРОВАНИЯ

- Задачи и содержание производственного диспетчирования.
- Организация работы диспетчерских служб предприятия.
- Техническое обеспечение диспетчерских операций.

23.1. Задачи и содержание производственного диспетчирования

Производственное диспетчирование представляет собой непрерывный централизованный контроль и оперативное регулирование хода производства в целях обеспечения равномерного и комплектного выполнения плана выпуска продукции. Будучи частью системы ОУП, оно включает в себя следующие основные подфункции:

- 1) непрерывный учет фактического хода работ по выполнению установленного плана производства и сменно-суточных заданий;
- 2) принятие оперативных мер по предупреждению и устранению отклонений от плана и перебоев в ходе производства;

3) выявление и анализ причин отклонений от установленных плановых заданий и календарных графиков производства и принятие оперативных мер по ликвидации этих причин;

4) координацию текущей работы взаимосвязанных звеньев производства;

5) организационное руководство оперативной подготовкой всего необходимого для выполнения сменно-суточных заданий и календарных графиков производства.

Содержание и методы оперативного контроля и регулирования производственного процесса во многом зависят от типа производства.

В серийном производстве объектами диспетчерского контроля являются сроки запуска и выпуска партий деталей и сборочных единиц, состояние складских заделов деталей и сборочных единиц и степень комплектной обеспеченности сборочных работ. Контроль осуществляется в соответствии с установленными планами-графиками межцеховых подач или комплектования изделий деталями и сборочными единицами с учетом норм опережений.

В массовом производстве объектами диспетчерского контроля являются соблюдение установленных ритмов работы поточных и автоматических линий и норм заделов на всех стадиях производственного процесса. Контроль осуществляется применительно к суточным и часовым графикам.

В единичном и мелкосерийном производстве объектами диспетчерского контроля являются сроки выполнения работ по отдельным заказам. Диспетчерский контроль здесь осуществляется применительно к разработанным цикловым или сетевым планам-графикам выполнения заказов.

Важнейшим условием бесперебойного выполнения производственных заданий является своевременная и комплектная техническая подготовка производства изделий. Поэтому диспетчерское руководство производством должно осуществлять текущую увязку работы подразделений технической подготовки производства, а также руководить комплектованием технологического оснащения и необходимых материалов.

При любом типе производства неизменными объектами диспетчерского контроля остаются *выпуск заводом товарной продукции и обеспечение производства всеми необходимыми видами производственных ресурсов.*

Регулирование хода производства принципиально может осуществляться в двух основных формах: в форме регулирования по отклонениям и в форме адаптивного регулирования.

На сегодняшний день регулирование по отклонениям в большинстве случаев не считается эффективным, поскольку ему не свойствен профилактический характер. Такое регулирование требует значительных материальных затрат, связанных с оплатой сверхурочных работ, и характеризуется достаточно высоким уровнем дефектности продукции при возникновении колебаний в качестве закупаемых материальных ресурсов. Более эффективными в современных условиях признаются методы адаптивного регулирования, имеющие профилактическую направленность и предполагающие активное создание таких производственных условий, которые обеспечивают выполнение плана-графика в установленные сроки.

Поддержание ритмичного хода производственного процесса обеспечивается предупреждением, а в случае обнаружения – быстрым устранением отклонений, что в значительной мере зависит от располагаемых резервов и выбранного шага регулирования.

Резервы оперативного регулирования производственного процесса в зависимости от их содержания принято делить на временные, материальные и трудовые. Временные резервы включают в себя создаваемые между отдельными звеньями производства резервные опережения, а также резервы досрочного выполнения работ. Наличие временных резервов позволяет диспетчерским службам принять решение о задержке выпуска изделия, не обеспеченного необходимыми материальными ресурсами, на определенный срок, а вместо него запустить в производство изделие другого вида, что позволяет предупредить простой рабочих и оборудования.

Материальные резервы оперативного регулирования производства включают в себя:

- резервы мощности технологического оборудования;
- резервы производственных площадей;
- резервные складские запасы сырья, материалов, инструмента и оснастки;
- страховые заделы полуфабрикатов различной степени готовности.

Трудовые резервы представлены неиспользуемой при нормальных условиях частью фонда рабочего времени персонала, резервом сверхурочных работ и резервами квалификации работников.

Наличие материальных и трудовых резервов позволяет обеспечить бесперебойность работы последующих звеньев производства в случаях возникновения перебоев в работе предыдущих звеньев.

По месту своего образования и порядку распоряительства резервы оперативного управления производством принято делить на местные (внутриучастковые и внутрицеховые) и общезаводские. Местные резервы относятся только к средствам производства конкретного подразделения (участка или цеха) и могут использоваться по усмотрению его руководителей. Общезаводские резервы контролируются заводской диспетчерской службой и производственными менеджерами высшего уровня иерархии и включают в себя как резервы общезаводских служб и хозяйств (транспортного, энергетического, ремонтного, складского и т. д.), так и резервы цехов в виде свободных средств производства, специально выделенных для общезаводских нужд.

Эффективное регулирование производственного процесса требует учета основных правил пользования резервами, к числу которых относятся следующие:

1. Обращаться к резервам можно только в исключительных случаях, когда невозможно предупредить отклонения путем обычного текущего распоряительства по ходу выполнения плана. Частое и необоснованное обращение к резервам свидетельствует о невысоком уровне оперативного руководства.

2. В случае возникновения отклонений в ходе производственного процесса первыми должны использоваться местные резервы и только в крайнем случае – общезаводские. Обращение к резервам более высокого уровня отвлекает руководителей высшего звена от выполнения их непосредственных функций и в большинстве случаев свидетельствует о неумении менеджеров нижнего звена своевременно ликвидировать возникшие отклонения за счет внутренних резервов их подразделений.

3. При возникновении отклонений в первую очередь должны быть использованы материальные резервы и только в крайнем случае – резервы рабочей силы (переброска рабочих с одного участка на другой, применение сверхурочных работ и т. д.).

4. При обращении к резервам вмешательство линейных руководителей высшего звена предприятия в текущую деятельность производственных подразделений должно быть минимальным.

Шаг регулирования представляет собой скорость реакции диспетчерских служб на возникшие отклонения в ходе производственного процесса. В зависимости от специфики отраслевых условий на

промышленных предприятиях шаг регулирования устанавливается различным. В общем случае он включает в себя:

- время ожидания, получения и обработки исходной информации;
- время анализа полученных результатов;
- время принятия решения.

Одним из основных путей повышения эффективности регулирования является максимально возможное сокращение первых составляющих шага регулирования, что может быть достигнуто автоматизацией процессов сбора, обработки и выдачи информации, т. е. внедрением АСУП.

23.2. Организация работы диспетчерских служб предприятия

На большинстве машиностроительных предприятий диспетчерская служба основного производства имеет трехступенчатое строение: производственно(планово)-диспетчерский отдел (ПДО) → планово-диспетчерское бюро цеха → диспетчер (плановик) участка.

На средних и малых предприятиях ПДО возглавляет начальник производства, который одновременно является и главным диспетчером завода. На крупных предприятиях помимо начальника производства также имеется начальник ПДО завода.

Структурно ПДО предприятия состоит из группы диспетчирования основного производства и диспетчерского бюро. ПДО также подчинены склады готовых деталей и сборочных единиц.

Диспетчерское бюро возглавляется главным диспетчером, которому подчинены центральный диспетчерский пункт (ЦДП) завода и группа обработки производственной информации.

Аппарат ЦДП завода, в состав которого входят старший диспетчер, сменные диспетчеры и техники-операторы, осуществляет текущий контроль и регулирование хода производства. Персонал ЦДП завода следит за выполнением планов-графиков в текущие сутки, осуществляет контроль всех служб завода за соблюдением сроков выполнения работ, связанных с текущим ходом производства. Каждый исполнитель ЦДП выполняет определенный комплекс работ.

Старший диспетчер ЦДП:

- выявляет в цехах и службах состояние объектов производства и выполнение установленных планов-графиков;
- принимает необходимые меры по устранению имеющихся отклонений;
- регулирует ход выполнения аварийных работ;
- подготавливает диспетчерские совещания;

– составляет и согласовывает проекты распоряжений начальника ПДО;

– анализирует причины невыполнения распоряжений и устанавливает новые сроки их выполнения.

Сменный диспетчер ЦДП:

– контролирует и регулирует ход производства;

– рассматривает взаимные претензии цехов и отделов завода, доводит их до исполнителей и принимает по ним соответствующие решения;

– контролирует и обеспечивает соблюдение сроков выполнения приказов и распоряжений;

– составляет сводки невыполненных и просроченных приказов, распоряжений и претензий;

– контролирует использование оборудования и рабочей силы;

– собирает и подготавливает очередную информацию о ходе производства.

Техник-оператор ЦДП:

– принимает и передает приказы и распоряжения руководства завода и начальника ПДО, касающиеся текущего выполнения производственной программы;

– принимает запросы и претензии цехов и отделов завода;

– осуществляет поиск на территории завода руководителей цехов и служб;

– передает оперативную информацию о ходе производства руководству завода.

Распоряжения сменного диспетчера ЦДП цехам основного производства, касающиеся очередности выполнения работ и сроков, являются обязательными и подлежат исполнению всем персоналом цехов. На промышленных предприятиях обычно устанавливается круглосуточное дежурство сменного диспетчера, что обеспечивает преемственность работы и наиболее эффективное наблюдение за оперативной подготовкой производства. Сменный диспетчер завода приходит на общезаводской диспетчерский пункт, как правило, за 30 мин до начала смены. Сдавая дежурство, сменный диспетчер сообщает сменщику о выполнении суточного плана выпуска продукции, мерах, принятых для ликвидации производственных неполадок, и о выполнении распоряжений главного диспетчера или начальника производства. Все эти сведения оформляются *диспетчерским рапортом*, поступающим к главному диспетчеру завода.

Группа диспетчирования цехов основного производства состоит из ведущих инженеров и диспетчеров-кураторов, которые закрепляются за выпускающим или обрабатывающим цехом (группой цехов). Группа диспетчирования осуществляет:

- подготовку и реализацию мероприятий по предупреждению намечающихся отклонений от запланированного хода производства;
- координацию производственных связей между цехами, цехами и службами завода, цехами и отделами заводоуправления;
- организацию непрерывного контроля за материальной и технической подготовкой производства.

Работу диспетчеров-кураторов контролирует ведущий инженер. Он контролирует также состояние заделов на складе готовых деталей, подготавливает диспетчерские совещания, проводимые начальником производства, участвует в совещаниях, проводимых начальниками обрабатывающего и сборочного цехов, контролирует и регулирует ход комплектации изделий сборочных цехов.

Учет и контроль выполнения плана выпуска товарной продукции и межцеховых подач осуществляется непосредственно на *календарных планах-графиках*, полученных от бюро оперативно-календарного планирования.

Важной формой оперативного руководства производством являются общезаводские диспетчерские совещания, проводимые ежедневно начальником производства или главным диспетчером и еженедельно – директором завода. В диспетчерских совещаниях принимают участие начальники цехов и отделов, руководители общезаводских обслуживающих хозяйств, начальники планово-диспетчерских бюро, ведущие инженеры бюро оперативно-календарного планирования планово-диспетчерского отдела. Совещания могут проводиться либо при непосредственном сборе руководителей подразделений (на мелких и средних предприятиях), либо дистанционно с помощью коммутатора (на крупных предприятиях).

На совещании, которое обычно проводится в начале утренней смены, главный диспетчер на основании сведений оперативно-производственного учета сообщает данные о ходе выполнения сменно-суточного задания по цехам и предприятию в целом и отмечает неполадки и причины, вызвавшие срыв выполнения отдельных заданий. Он обращает внимание руководителей цехов и служб на основные мероприятия, призванные обеспечить выполнение запланированных производственных заданий на текущие сутки. Далее следуют

сообщения, претензии и запросы руководителей подразделений в порядке, обратном ходу технологического процесса (начиная со склада готовой продукции или сборочного цеха и заканчивая заготовительными цехами и материальными складами). При этом претензии и запросы, которые можно немедленно удовлетворить по взаимной договоренности руководителей подразделений или по устному распоряжению начальника производства, устраняются сразу, документально не фиксируются и впоследствии не контролируются диспетчерской службой. Запросы и распоряжения, которые требуют дополнительной информации или рассмотрения и согласования с руководителями нескольких заинтересованных подразделений, заносятся в диспетчерский журнал и картотеку контрольных сроков и поступают под непосредственный контроль диспетчерской службы.

Оперативный контроль и регулирование производства на уровне отдельного цеха осуществляется его *планово-диспетчерским бюро* (ПДБ), основной работой которого является текущая подготовка и контроль хода производства в соответствии с составленным сменным суточным заданием.

Дежурный диспетчер цеха является оперативным руководителем своей смены. В связи с этим для цеховых диспетчеров устанавливается посменное дежурство. Передаче дежурства предшествует ознакомление сменщика с ходом производства и выполнением заданий участками. Диспетчерская служба цеха по претензиям, поступившим от производственных участков и служб цеха, принимает по ним соответствующие меры, ведет диспетчерский журнал и картотеку контроля сроков, готовит материалы к диспетчерскому совещанию и принимает в нем участие. В цеховых диспетчерских совещаниях участвуют старшие и сменные мастера и другие руководящие работники цеха, связанные с производством. Диспетчерские совещания проводятся для проверки хода выполнения производственной программы цеха, устранения возникших неполадок в работе, а также проверки выполнения распоряжений диспетчерской службы завода и начальника цеха.

ПДБ цеха ежедневно представляет в планово-диспетчерский отдел завода *рапорт о выполнении производственной программы за сутки*. Кроме того, планово-диспетчерское бюро цеха регулярно докладывает сменному диспетчеру завода о выполнении полученных от него распоряжений и указаний.

Контроль и регулирование хода производства на участках осуществляют *старшие и сменные мастера и диспетчеры участков*. При

выявлении неполадок в работе диспетчер принимает меры к их устранению. Так, в случае невыхода рабочего диспетчер через мастера дает указание о замене его рабочим с данного или другого участка, приостанавливает выполнение менее срочной операции для выполнения взамен ее более срочной. При отсутствии материала или технологического оснащения диспетчер выясняет возможность срочного его получения. При кратковременных задержках в получении недостающего материала или оснащения диспетчер вносит изменения в сменно-суточные задания, используя для этого резервные работы. В отдельных случаях может быть принято решение о выполнении работы в третью смену или передаче ее на другой участок или даже в другой цех.

23.3. Техническое обеспечение диспетчерских операций

Эффективность работ по организации и оперативному руководству ходом производства во многом определяется оснащением техническими средствами, которые должны обеспечивать сбор и обработку информации по оперативному учету, контролю и регулированию хода производства и передачу ее с помощью средств связи в соответствующие подразделения предприятия.

К техническим средствам оснащения диспетчерской службы относятся:

- 1) средства диспетчерской связи;
- 2) устройства дистанционного наблюдения за ходом производственного процесса;
- 3) устройства административно-производственной сигнализации, дистанционного автоматического учета и контроля.

Диспетчерская связь предназначена для осуществления непосредственного контакта диспетчера с подчиненными ему службами, в целях повышения оперативности руководства подразделениями, контроля за ходом производственного процесса и исполнением заданий. Диспетчерская связь может быть одно-, двух- и трехступенчатой. Одноступенчатая связь используется на небольших предприятиях, на которых оперативное регулирование хода производства осуществляет один диспетчер, чаще всего начальник производственного отдела. Она обеспечивает прямую связь главного диспетчера с абонентами. Двухступенчатая связь используется на предприятиях, на которых оперативное регулирование хода производства в целом осуществляет диспетчер предприятия, а оперативное регулирование хода производ-

ства отдельных цехов – цеховые диспетчеры. Трехступенчатая связь применяется на крупных предприятиях, на которых группы цехов образуют самостоятельные производства или крупные цехи разделены по управлению на отдельные участки.

В качестве средств связи наибольшее распространение получили диспетчерские коммутаторы, позволяющие связываться одновременно с несколькими абонентами и осуществлять с ними двухстороннюю связь для проведения оперативных диспетчерских совещаний без отрыва работников от своих рабочих мест. Абонентами коммутатора являются начальники цехов, цеховые диспетчерские коммутаторы, начальники отделов, руководители обслуживающих хозяйств. Коммутатор позволяет осуществлять выборочную или общую циркулярную передачу распоряжений и проведение совещаний. Линия выхода микрофона коммутатора на радиоузел дает возможность передавать распоряжения общего характера, организовать поисковую сигнализацию. Коммутатор позволяет директору или главному инженеру осуществлять контроль за проведением диспетчерских совещаний и за работой диспетчера, а также самим проводить циркулярную передачу или совещание.

Дистанционное наблюдение за производственными процессами осуществляется с помощью установок промышленного телевидения, которые позволяют наблюдать за различными производственными процессами, опасными для обслуживающего персонала, а также процессами, происходящими на большой территории и в труднодоступных местах; в механосборочном цехе можно следить, какими работами загружены станки, где и в каком количестве находятся заготовки, как действуют подъемно-транспортные устройства, как протекает процесс сборки изделий и т. д. Для организации промышленного телевидения используют специальную телевизионную аппаратуру, которая позволяет осуществлять наблюдение за каким-либо одним участком производства с одного или нескольких удаленных пунктов или наблюдение с одного командного пункта за несколькими участками.

Административно-производственная сигнализация является одним из видов связи, осуществляемых посредством условных знаков. Сигнализация бывает поисковая и вызывная.

Поисковая сигнализация служит для быстрого нахождения в цехе или на территории завода требуемого лица из числа руководящих работников и вызова его к диспетчерскому телефону.

Вызывная сигнализация предназначается главным образом для передачи с рабочих мест условных сигналов в диспетчерский пункт цеха или непосредственно вспомогательным рабочим о необходимости срочной доставки материалов, инструмента, подготовки новой работы, а также о вызове наладчика, ремонтного слесаря и т. п. Для передачи сигналов устанавливают специальные датчики около рабочих мест или их группы.

Технические средства диспетчирования устанавливаются в общезаводском диспетчерском пункте и диспетчерских пунктах цехов. Под диспетчерский пункт должно быть отведено отдельное помещение, удаленное от шумных мест. Стены и перегородки в диспетчерском помещении сооружаются из шумопоглощающих материалов.

Задачи разработки оперативных календарных планов производства, начиная с перспективных и включая сменно-суточные, оперативного учета и регулирования хода производства, наиболее эффективно решаются в условиях АСУП. АСУП охватывает и связывает между собой все функции управления производством на основе совершенствования организационных методов управления, использования экономико-математических методов и быстродействующей вычислительной техники, а также современных средств накопления, обработки, отображения и передачи информации.

Внедрение автоматизированной подсистемы ОУП вызывает необходимость изменения структурного построения органов управления и содержания их работы. Это выражается в создании информационно-вычислительных центров (ИВЦ), в новом разграничении функций управления в ПДО завода и ПДБ цеха в связи с переводом отдельных работ, связанных с оперативно-календарным планированием и учетом в ИВЦ, в новых информационных связях между ИВЦ, ПДО завода и ПДБ цеха. Централизация работ по оперативно-календарному планированию и учету в ИВЦ сужает функции ПДО завода и ПДБ цехов. За персоналом этих подразделений сохраняются главным образом функции анализа производственной деятельности цеха, выявление резервов роста объема выпуска продукции, совершенствование его организации. Параллельно с этим централизация функций оперативно-календарного планирования и учета позволяет реорганизовать отдельные подразделения в составе ПДО предприятия и ПДБ цехов с отменой «ручного» ведения промежуточных накопительных документов.

РАЗДЕЛ VI. СПЕЦИФИКА ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ В ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ТЕМА 24. ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЭНЕРГЕТИКИ

- Значение, виды и общие особенности работы энергетических предприятий.
 - Особенности производственной структуры энергетических предприятий.
 - Организация и нормирование труда на предприятиях энергетики.
 - Организация ремонтного обслуживания производства на энергетических предприятиях.
 - Планирование режимов работы энергетических предприятий.
 - Особенности оперативного управления работой энергетических систем.
 - Базовые направления повышения эффективности работы предприятий энергетического комплекса.
-

24.1. Значение, виды и общие особенности работы энергетических предприятий

Энергетический комплекс играет ключевую роль в функционировании всех прочих отраслей народного хозяйства, поскольку обеспечивает их одним из базисных видов производственных ресурсов – энергоносителями. От качества и эффективности работы энергетической отрасли напрямую зависит как принципиальная возможность реализации производственных процессов на предприятиях-потребителях, так и конечная себестоимость производимой этими предприятиями продукции.

В структуре энергетического комплекса принято несколько групп энергетических подотраслей и предприятий, основными из которых являются:

1) добывающие производства: угледобыча, нефтедобыча, газодобыча, добыча торфа и сланцев, добыча урана и других ядерных материалов;

2) преобразующие (перерабатывающие) производства: углепереработка, нефтепереработка, газопереработка, переработка торфа и сланцев, электроэнергетика, атомная энергетика, производства местных энергоносителей;

3) передающие и распределяющие производства: перевозка угля, торфа и сланцев, нефтепроводы и другие способы транспорта нефти и нефтепродуктов, газопроводы, транспорт газовых баллонов, электрические сети, включая высоковольтные линии электропередачи (ЛЭП) и низковольтные распределительные электросети, паро- и теплопроводы, трубопроводы местных энергоносителей, газобаллонные предприятия.

Работа энергетических предприятий имеет ряд специфических особенностей, первопричиной большинства из которых является непрерывность процессов производства, передачи и потребления большинства видов энергоносителей. В общем виде реализуемый энергетическими предприятиями производственный процесс представляет собой непрерывную цепь превращений энергии. В этой цепи выделяются три основные фазы:

1) производство энергии или превращение энергии используемых энергоресурсов в тот вид энергии, который необходим потребителю;

2) транспортировка произведенной энергии и ее распределение между отдельными приемниками;

3) потребление энергии, состоящее в ее преобразовании в другие виды энергии, используемые в различных приемниках или в изменении параметров энергии.

Процесс производства, передачи, распределения и потребления энергии протекает практически одновременно и непрерывно. Непрерывность процесса производства энергии свидетельствует о том, что имеется абсолютная соразмерность производства и потребления энергии, т. е. отсутствуют скопления полуфабрикатов и продукции, исключена забраковка продукции и изъятие ее из потребления. Невозможность складирования энергии обуславливает главную особенность работы энергетических предприятий, которая состоит в том, что объемы выработки энергии подчинены потребителю и изменяются в соответствии с его потребностями.

Энергетические предприятия не только производят продукцию, но и осуществляют ее транспорт (передачу) и распределение. Так, например, электроэнергию вырабатывают электрические станции: кон-

денсационные (КЭС), теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), гидроэлектростанции (ГЭС), атомные станции (АЭС), гидроаккумулирующие (ГАЭС), геотермальные. Передача же и распределение электрической энергии осуществляются предприятиями электрических сетей (ПЭС). Тепловую энергию производят на ТЭЦ и в котельных, а ее передачу и распределение выполняют предприятия тепловых сетей (ПТС).

Энергетические предприятия тесно связаны с промышленностью, транспортом, связью, коммунальным и сельским хозяйством – со всей совокупностью разнообразных потребителей энергии, что предопределяет жесткую зависимость производства энергии от режима потребления, т. е. имеет место постоянное изменение производства энергии в течение суток, недели, месяца, года.

Энергетические предприятия допускают как изолированную, так и совместную, параллельную работу. Надежность энергоснабжения повышается при большем числе энергетических предприятий, работающих совместно, и когда имеется возможность взаимного резервирования. Поэтому основная часть энергии вырабатывается на энергопредприятиях, объединенных в районные энергетические системы, связанные между собой общностью режима и непрерывностью процесса производства и распределения энергии.

На предприятиях энергетики существует собственная система энергоснабжения и система энергоиспользования, т. е. совокупность технологических и вспомогательных установок конечного использования энергии. Эти системы включают многие элементы энергетики промышленного предприятия, имеющие каждый свои особенности и выполняющие свою особую роль в процессах производства и энергетики. Система энергоснабжения состоит из следующих элементов:

- заводские источники энергии – топливные склады, газгольдеры, мазутохранилища, электростанции, котельные, машинокомпрессорные, холодильные, воздухоразделительные и другие станции, водозаборы;

- заводские энергетические коммуникации – системы топливоподачи, газо- и мазутопроводы, электрические и тепловые сети, воздухопроводы, трубопроводы сжатых газов, холодопроводы, водоводы и водопроводы;

- заводские преобразователи энергии – газораспределительные станции, электрические трансформаторы, коммутационная аппаратура, промежуточные теплообменники, редуционно-охладительные установки, установки осушки и дросселирования сжатого воздуха и газа.

Система энергоиспользования включает:

- энергоприемники технологических установок – топки, горелки, электродвигатели, электронагреватели, теплообменники;
- устройства передачи энергии из энергоприемника в технологический аппарат – технологические дымо- и газоходы, валы, редукторы, маховики, трубопроводы с горячими технологическими жидкостями;
- технологические аппараты – печи, котлы, реакторы и другие механизмы.

Работа всех элементов систем энергоснабжения и энергоиспользования должна осуществляться согласованно в одинаковом режиме.

24.2. Особенности производственной структуры энергетических предприятий

В зависимости от мощности оборудования и схем технологических связей между стадиями производства на современных энергетических предприятиях формируются 3 типа производственных структур: цеховая, бесцеховая и блочно-цеховая.

Цеховая производственная структура предусматривает деление технологического оборудования и территории на отдельные участки и закрепление их за специализированными подразделениями – цехами (рис. 24.1).

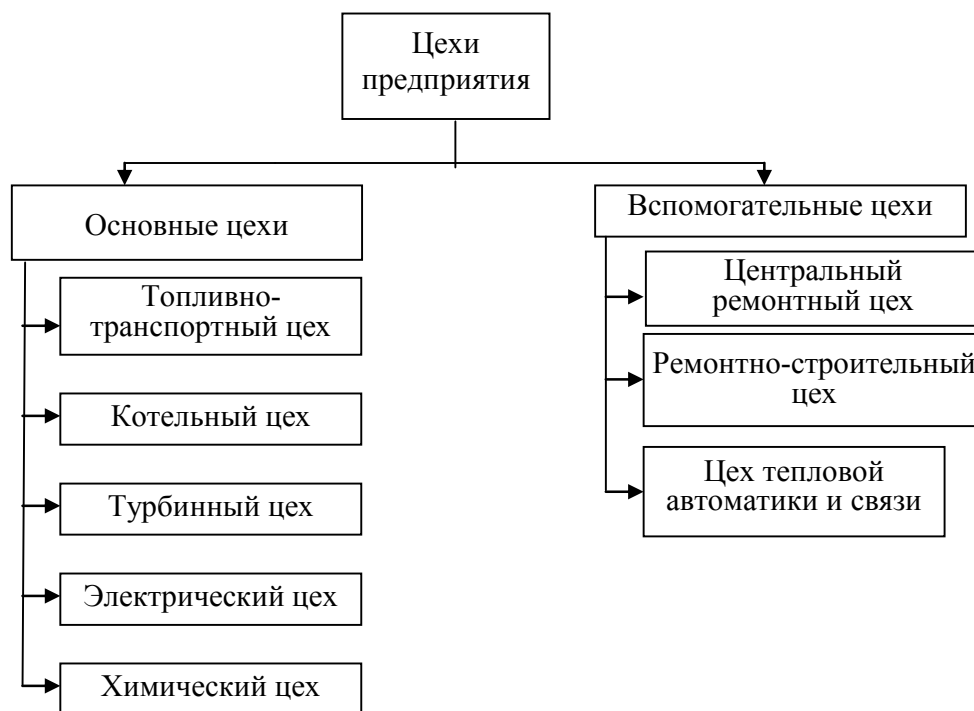


Рис. 24.1. Структура энергетического предприятия при цеховой производственной организации

В состав топливно-транспортного цеха включают участки железнодорожного хозяйства и топливоподачи со складом топлива. Этот цех организуют на электростанциях, которые сжигают твердое топливо или мазут при его доставке железнодорожным транспортом.

В состав котельного цеха включают участки подачи жидкого или газообразного топлива, участки пылеприготовления, золоудаления.

В турбинный цех обычно входят: теплофикационное отделение, центральная насосная и водное хозяйство. При двухцеховой производственной структуре, а также на крупных ТЭС котельный и турбинный цехи объединяются в единый котлотурбинный цех (КТЦ).

В ведении электрического цеха находятся: все электрическое оборудование ТЭС, электротехническая лаборатория, масляное хозяйство, электроремонтная мастерская.

Химический цех включает в себя химическую лабораторию и химическую водоочистку.

Бесцеховая производственная структура предполагает специализацию подразделений на выполнении основных производственных функций: эксплуатации оборудования, его ремонтного обслуживания, технологического контроля. При такой форме организации вместо цехов на предприятии создаются специализированные производственные службы, например, службы эксплуатации, ремонтов, контроля и усовершенствования оборудования.

Блочно-цеховая производственная структура строится на основе специальных энергетических агрегатов-блоков, которые входят в состав КТЦ и занимаются централизованной эксплуатацией основного и вспомогательного оборудования котлотурбинных блоков. Вместе с тем блочно-цеховая структура предусматривает сохранение основных и вспомогательных цехов, имеющих место при цеховой структуре, например топливно-транспортный цех (ТТЦ), химический и др.

Производственная структура атомных электростанций (АЭС) обычно строится по цеховому принципу и в большинстве случаев состоит из следующих подразделений (рис. 24.2).

Производственная структура тепловых сетей обеспечивает процесс передачи и распределения тепловой энергии (пара и горячей воды) от теплоснабжающих установок (теплофикационные устройства ТЭЦ и районные котельные) до потребителей. Такая производственная структура обычно является бесцеховой и включает в себя диспетчерскую службу, службу измерений, службу наладки и испытаний, службу ремонтов и наладки и т. д.

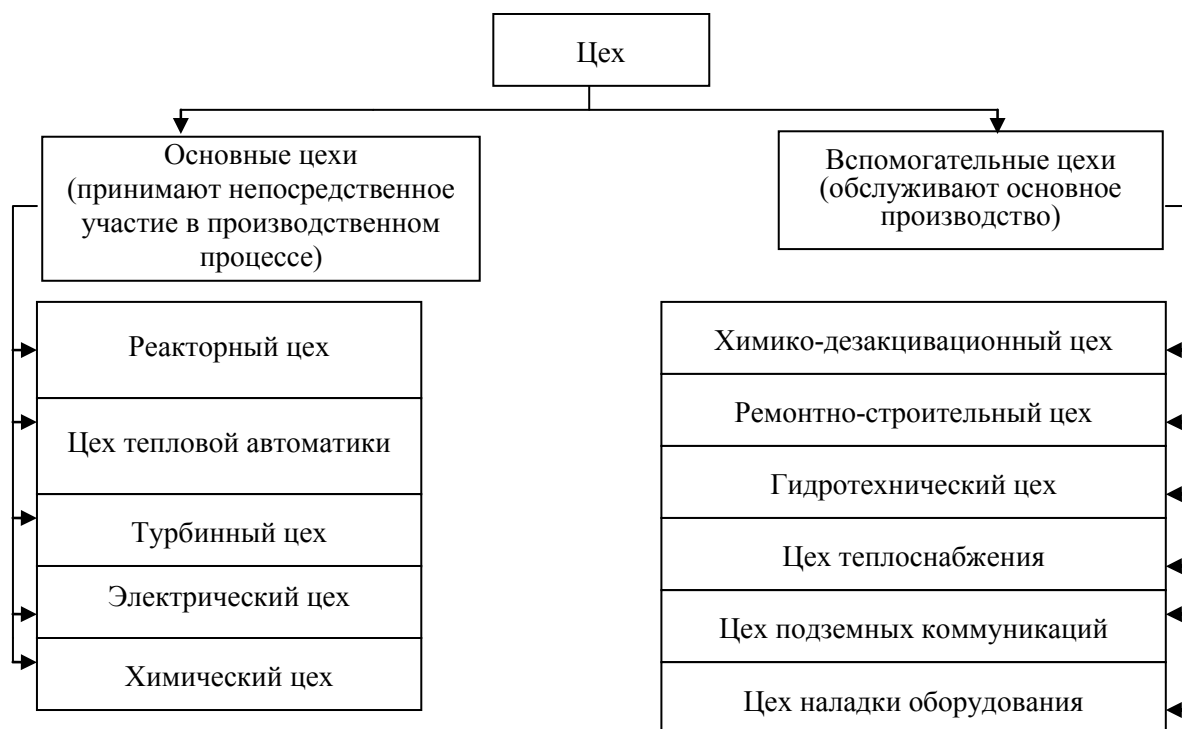


Рис. 24.2. Производственная структура атомных электростанций

В электроэнергетике для обеспечения передачи и распределения электроэнергии от электростанций до предприятий-потребителей создают предприятия электрических сетей (ПЭС). В организационном отношении ПЭС разделяются на районы электрических сетей (РЭС) и обслуживающие службы. Производственная структура РЭС состоит из следующих типовых элементов:

- оперативно-диспетчерская служба;
- служба изоляции и защиты от перенапряжений (с лабораторией и химической группой);
- служба релейной защиты, электроавтоматики и электроизмерений;
- служба средств диспетчерского и технологического управления;
- мастерская (цех) по ремонту оборудования;
- служба линий;
- служба подстанций;
- служба распределительных электрических сетей;
- ремонтно-строительный участок;
- служба механизации и транспорта.

Принято различать территориальную, функциональную и смешанную формы организации обслуживания электроустановок РЭС. Территориальная форма организации предусматривает обслуживание

электроустановок по районам электрических сетей. В этом случае никакие централизованные обслуживающие подразделения не создаются, а руководство, ремонт и оперативно-эксплуатационное обслуживание оборудования непосредственно осуществляет персонал, находящийся в составе РЭС. При функциональной форме организации электроустановки обслуживаются соответствующей службой ПЭС. Смешанная форма предусматривает обслуживание сложных электрических сетей централизованными службами, а остальную часть сетей – персоналом РЭС.

24.3. Организация и нормирование труда на предприятиях энергетики

Структура персонала и его расстановка на энергопредприятиях отличается рядом специфических особенностей, которые обусловлены своеобразием технологии энергетического производства. В связи с широкой механизацией и автоматизацией процессов труда на энергопредприятиях на единицу стоимости основных фондов предприятия приходится относительно меньше рабочих, чем в других отраслях промышленности. В составе персонала энергопредприятий удельный вес инженерно-технических работников выше, чем во многих других отраслях промышленности, что объясняется сложностью производственных процессов и энергетического оборудования.

В энергетике рабочий персонал делится на следующие основные группы (рис. 24.3).

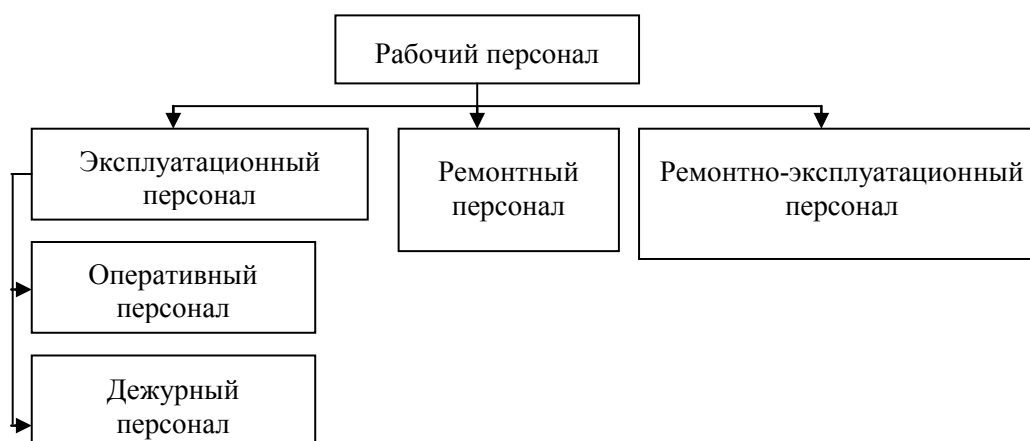


Рис. 24.3. Группы рабочего персонала энергетических предприятий

К *оперативному (вахтенному) персоналу* относятся сменные рабочие генерирующих и преобразовательных установок, обслуживающие основные и вспомогательные механизмы. Функции такого пер-

сонала заключаются в наблюдении и уходе за агрегатами, управлении происходящими в них процессами и регулировании нагрузки.

В группу *дежурного персонала* входят рабочие, обслуживающие энергетическое оборудование производственных цехов и сетей (например, дежурные слесари, водопроводчики на промышленных предприятиях), а также дежурные электромонтеры, дежурные слесари генерирующих и преобразовательных установок. В обязанности дежурного персонала входят наблюдение и уход за оборудованием, устранение мелких неполадок и дефектов. Объем работы дежурного эксплуатационного персонала зависит от количества обслуживаемых агрегатов или протяженности сетей, сложности обслуживания, размещения и ряда других факторов.

Ремонтный персонал производит планово-предупредительный и аварийный ремонты энергооборудования и сетей, а также работы по модернизации энергооборудования.

Ремонтно-эксплуатационный персонал осуществляет ремонт и эксплуатационное обслуживание закрепленного за ним оборудования и полностью отвечает за его бесперебойную работу.

Разделение труда рабочих не только не исключает, но зачастую и делает целесообразным совмещение профессий. Наиболее широкое распространение получили следующие формы совмещения профессий: основных производственных работ, относящихся к различным специальностям (например, дежурный слесарь владеет профессией помощника машиниста парогенератора или помощника машиниста турбины); основной работы и вспомогательных функций по обслуживанию оборудования (например, электромонтер выполняет функции дежурного по контрольно-измерительным приборам и автоматике); основной работы и административных функций (например, неосвобожденный бригадир грузчиков).

Значимой формой организации труда рабочих в энергетике является его кооперация, которая обусловлена специализацией производства, его техническим уровнем, методами организации производственных процессов. На энергопредприятиях такой формой кооперации труда являются бригады, которые объединяют рабочих, совместно выполняющих единое производственное задание (например, специализированные бригады по ремонту тепло- или электротехнического оборудования; комплексные бригады по обслуживанию котельного, турбинного и электрического оборудования).

При нормировании и организации труда на энергопредприятиях учитываются специфические условия, в которых осуществляется оперативное управление оборудованием, определяющее объем трудовых затрат. К числу таких условий относятся:

- разнотипность оборудования, по причине которой рабочие одной и той же профессии на разных предприятиях могут обслуживать оборудование, разное по типу и числу единиц;

- рассредоточенность обслуживаемых объектов (оборудования и сооружений) на большой территории, в связи с чем при нормировании трудозатрат учитывается качество дорог для проезда от баз к объектам, условия прокладки трасс и др.;

- сочетание нормальной эксплуатации оборудования в одном помещении с ремонтными работами, разбросанность и непостоянство рабочих мест при производстве ремонтных работ и связанные с этим обязанности персонала по допуску к ремонтным работам;

- необходимость круглосуточного посменного обслуживания оборудования оперативным персоналом по специальным графикам работы;

- наличие значительного числа работ вероятностного характера, не имеющих регулярной повторяемости, длительность выполнения которых является переменной величиной;

- разнообразие производственных ситуаций, обуславливающих значительную вариацию объемов выполняемых работ по сменам, что при постоянной явочной численности оперативного персонала определяет неравномерность его загрузки (по сменам);

- разнообразие режимов использования энергоблоков.

В энергетике нормы выработки и нормы времени могут использоваться только в ремонтном производстве и неприменимы в основной деятельности рабочих-энергетиков при производстве различных видов энергии и энергоносителей. Для таких работников более употребительными являются нормы обслуживания технологических агрегатов и нормы численности. При расчете таких норм рабочее время смены подразделяют на время непосредственной работы и время перерывов для отдыха и личных надобностей. Время работы складывается из затрат времени на выполнение производственного задания и времени работы, не обусловленной производственным заданием. В свою очередь, затраты времени на выполнение производственного задания включают в себя:

1) время подготовительно-заключительной работы (прием и сдача смены);

2) время обслуживания рабочего места (уборка на закрепленном оборудовании);

3) оперативное время:

а) длительность детерминированных регулярно повторяющихся работ (записи в журналах и ведомостях, замена диаграммных лент, профилактические работы на оборудовании, обходы оборудования, выполнение плановых работ при пуске энергоблока);

б) длительность работ вероятностного характера (выполнение технических мероприятий по подготовке рабочих мест к ремонту, закрытие нарядов и включение оборудования в работу, выявление и устранение неисправностей, операции по поддержанию заданного режима работы оборудования, активное наблюдение за работающим оборудованием, оперативные переговоры).

Учитывая изменчивость режимов работы энергооборудования, при расчете временных норм составляются и анализируются не только сменные, но и часовые балансы рабочего времени. При этом сменный баланс обычно предусматривает минимально необходимый резерв времени на выполнение отдельных операций в случае резких изменений режима работы оборудования (его пуск и останов, ухудшение качества топлива и т. п.).

Нормы обслуживания оборудования для рабочих-энергетиков принято рассчитывать по следующему соотношению:

$$N_{\text{обсл}} = \frac{(t_{\text{см}} - t_{\text{п.з}} - t_{\text{отд}})K_{\text{д}}}{t_{\text{з.ср}}}, \quad (24.1)$$

где $t_{\text{см}}$ – длительность смены; $t_{\text{п.з}}$ – время на прием и сдачу смены; $t_{\text{отд}}$ – время перерывов для отдыха и личных надобностей; $K_{\text{д}}$ – коэффициент длительности, отображающий экономическое и психофизиологическое обоснование нормы обслуживания; $t_{\text{з.ср}}$ – среднее время занятости дежурного на работах по обслуживанию единицы оборудования, включающее время занятости выполнением детерминированных работ и математическое ожидание времени занятости вероятностными работами по обслуживанию единицы оборудования.

Нормы обслуживания для машинистов-обходчиков, дежурных слесарей, дежурных электромонтеров и других сходных категорий работников определяются по формуле

$$N_{\text{обсл}} = \frac{390}{t_{\text{з.ср}}}, \quad (24.2)$$

где $t_{\text{з.ср}}$ – среднее время занятости работника при обслуживании единицы оборудования, исчисленное в минутах.

По рассчитанным нормам обслуживания вычисляется явочная численность дежурных определенной профессии в ночной (вечерней) и дневной сменах как отношение числа единиц оборудования на предприятии к норме обслуживания на одного человека в соответствующую смену. Производительность труда на предприятиях энергетики может рассчитываться двумя способами: традиционным (как отношение годового объема производства к численности промышленно-производственного персонала) и по коэффициенту обслуживания. Расчеты вторым методом выполняются по формулам:

$$K_{\text{обсл}} = \frac{Q_{\text{час}}}{\text{Ч}_p}; \quad (24.3)$$

$$K_{\text{обсл}} = \frac{E_{\text{обсл}}}{\text{Ч}_p}, \quad (24.4)$$

где $K_{\text{обсл}}$ – коэффициент обслуживания, ед. производительности/чел. или ед. оборудования/чел.; $Q_{\text{час}}$ – часовая энергетическая производительность оборудования, кВт (МВт), Гкал/ч, м³/ч, и т. д.; $E_{\text{обсл}}$ – количество единиц обслуживаемого энергетического оборудования, приведенное к общим единицам (единицам ремонтосложности, человеко- или нормо-часам и т. п.); Ч_p – численность работников, чел.

Для других энергетических объектов коэффициент обслуживания может рассчитываться с использованием других единиц. Например, на предприятиях электрических сетей данный коэффициент имеет размерность км/чел., т. е. показывает, сколько километров сетей обслуживается одним работником предприятия.

24.4. Организация ремонтного обслуживания производства на энергетических предприятиях

Как и в большинстве других отраслей, ремонтное обслуживание оборудования энергетических предприятий в большинстве случаев строится на основе системы ППР, предполагающей выполнение зара-

нее запланированного межремонтного обслуживания и непосредственных ремонтов, делящихся на текущие, средние и капитальные. Капитальный, а иногда и средний ремонт энергетического оборудования могут сочетаться с частичной или комплексной модернизацией, позволяющей улучшить технико-экономические показатели.

В структуру ремонтных служб энергетических предприятий обычно входят: служба главного механика, специализированные энергоремонтные цеха, ремонтные участки основных энергоцехов, а также ряд специализированных подразделений, осуществляющих обслуживание отдельных видов приборов и оборудования. Так, например, для обслуживания и ремонта контрольно-измерительных приборов могут быть организованы специальные цехи (например, на крупных ТЭС – цех тепловой автоматики и измерений) или энерголаборатории контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА). В круг работ этих подразделений входит: производство контрольных измерений; проведение испытаний энергооборудования; снятие энергетических характеристик и нагрузочных диаграмм агрегатов и т. п. Постоянный надзор за работой приборов, установленных на щитах и оборудовании, осуществляет дежурный эксплуатационный персонал, которому запрещается вскрывать и ремонтировать приборы. Текущее обслуживание самопишущих и интегрирующих приборов производит дежурный электромонтер путем проверки исправности работы отдельных узлов.

Выполнение ремонтных работ на энергетических предприятиях может осуществляться централизованным, децентрализованным и смешанным методами. При этом важной особенностью энергетики является то, что при каждом из выделенных методов к выполнению ремонтных работ активно привлекаются специализированные внешние ремонтные организации. Исходя из этого ремонтное обслуживание и модернизация оборудования энергетических предприятий обычно организуется в следующих типовых формах:

1) ремонт полностью производится специализированными внешними ремонтными предприятиями;

2) оборудование ремонтируется внутренними энергоремонтными цехами предприятия с привлечением специализированных ремонтных организаций для выполнения специализированных работ и работ по модернизации и реконструкции;

3) ремонт производится ремонтным персоналом основных цехов с привлечением специализированных ремонтных организаций к выполнению работ по наиболее сложным и ответственным энергоагрегатам.

Персонал специализированных ремонтных предприятий может организовываться в выездные бригады или закрепляться по участкам на предприятиях-потребителях. Участки ремонтных предприятий обслуживаются в основном постоянным персоналом. Но часть этого персонала по мере необходимости может перебрасываться с одного объекта на другой.

Ремонтное обслуживание оборудования в различных подотраслях энергетики осуществляется с различной периодичностью, нормирование которой осуществляется с учетом особенностей используемого оборудования. Капитальный ремонт турбоагрегатов ТЭС производится один раз в 4–5 лет. Допускается удлинение периода между капитальными ремонтами в тех случаях, когда паровая турбина и генератор работают нормально и по своему состоянию могут обеспечивать длительную и надежную работу. В межремонтный период может проводиться один средний ремонт. Длительность ремонтного простоя паровых турбин зависит от их мощности и типа, параметров пара и количества цилиндров. Время простоя в ремонте генераторов не должно превышать длительности ремонтного простоя турбин. Для парогенераторов ТЭС межремонтный период составляет 3–4 года. Если агрегат может обеспечить дальнейшую надежную работу, то допускается и удлинение периода между капитальными ремонтами. Парогенераторы нуждаются в периодических остановках на средний и текущий ремонты. Длительность ремонта парогенераторов нормируется в зависимости от их номинальной производительности, параметров пара, вида топлива и способа его сжигания. Энергоблоки ТЭС капитально ремонтируются через 3–4 года. Длительность ремонтного простоя энергоблоков определяется номинальной мощностью блока, производительностью парогенераторов, параметрами пара, видом топлива и конструктивными особенностями агрегатов. Для оборудования и сооружений тепловых сетей наиболее целесообразным является централизованный ремонт. В связи с большим объемом работ капитальный ремонт теплосетей обычно производится с привлечением специализированных внешних организаций. Изготовление запасных частей, а также ремонт механического и электротехнического оборудования, регулирующей аппаратуры и приборов чаще всего производятся в ремонтно-механическом цехе управления теплосетей.

Периодичность ремонта оборудования и сооружений электрических сетей определяется интенсивностью износа и условиями надежности их работы. Межремонтный период синхронных компенсаторов

электрических подстанций составляет от 4 до 5 лет и более. Ремонт вспомогательного оборудования электростанций и подстанций проводится в период капитальных, средних и текущих ремонтов основных агрегатов. На линиях электропередач ремонтные работы производятся в ограниченный период времени при максимально возможном сокращении сроков отключения. В связи с этим в электросетях широкое применение находит комплексный метод проведения ремонта, при котором весь комплекс оборудования и сооружений ремонтируется одновременно. Работы по ремонтному обслуживанию линий электропередач выполняются силами ремонтных механизированных станций, которые оснащаются транспортными средствами, средствами механизации работ, запасными частями и материалами. Такие станции размещаются на специальных ремонтно-производственных базах или ремонтно-эксплуатационных пунктах, предназначенных для обслуживания отдельных районов и участков на централизованной основе.

На АЭС ремонт оборудования, связанного с радиоактивностью, имеет свои особенности. В зонах строгого режима ремонтные работы ведутся с применением средств биологической защиты и ограничениями во времени. Радиоактивное оборудование перед ремонтом отключается и дезактивируется. Ремонт такого оборудования производится только после снижения интенсивности излучения в помещениях до допустимой величины. При необходимости выполнения срочных работ персонал может производить ремонт в скафандрах со специальной подачей воздуха.

24.5. Планирование режимов работы энергетических предприятий

Одним из базовых элементов управления работой энергетических предприятий является планирование производственной программы, которая разрабатывается в виде специализированных энергетических балансов. В результате такого планирования устанавливается ожидаемое соотношение между потребностью в энергии и имеющимися генерирующими мощностями на предстоящий период. Энергетический баланс разрабатывают в виде взаимосвязанных частных балансов: баланс нагрузок и мощностей; баланс энергии; баланс топлива и т. д. Результаты разработки энергетического баланса служат основой для планирования графиков работы основного производства энергетических предприятий.

В электроэнергетике при годовом планировании потребления энергии и максимумов нагрузки расчеты ведут по месяцам года. Для расчета потребности в электроэнергии и максимумов электрических нагрузок применяется два основных метода: синтезированный и метод расчетов по аналогии. Синтезированный метод предполагает суммирование расходов электроэнергии и нагрузок по отдельным потребителям или их группам. Данный метод является достаточно трудоемким в использовании, однако позволяет получить наиболее точные прогнозные данные. Метод расчетов по аналогии основан на использовании данных о потребности электроэнергии и максимумах нагрузки, имевших место в предшествующих периодах в целом по району, обслуживаемому данным предприятием.

Годовое планирование потребности в электроэнергии и максимумов электрических нагрузок при использовании синтезированного метода осуществляется по следующему алгоритму:

1. На основе проверки и анализа заявок определяется состав потребителей и их общее ожидаемое электропотребление за предстоящий период:

$$W_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n W_i, \quad (24.5)$$

где W_c – суммарное потребление электроэнергии, полученное на основе заявок потребителей; W_i – ожидаемое электропотребление i -го потребителя; n – количество потребителей.

2. На основании типового числа часов использования максимума нагрузки отдельных потребителей или их групп определяется суммарный максимум нагрузки для всех групп потребителей:

$$P_{\text{сум max}} = \sum_{i=1}^n \frac{W_i}{h_{\text{max}_i}} = \sum_{i=1}^n P_{\text{max}_i}, \quad (24.6)$$

где h_{max_i} – число часов использования максимума нагрузки отдельных групп потребителей; P_{max_i} – максимум нагрузок для i -го потребителя.

3. На основе расчетов коэффициентов спроса основных потребителей проверяется достоверность полученного максимума нагрузок:

$$K_{\text{спр}_i} = \frac{P_{\text{max}_i}}{N_{\text{уст}_i}}, \quad (24.7)$$

где $K_{спр_i}$ – коэффициент спроса для i -го потребителя электроэнергии; $N_{уст_i}$ – суммарная установленная мощность токоприемников i -го потребителя.

4. С учетом принятого коэффициента разновременности энергопотребления основных потребителей определяется совмещенный максимум нагрузки по обслуживаемому району:

$$P_{\max_p} = \sum_{i=1}^n P_{\max_i} \cdot k_{p_i}, \quad (24.8)$$

где k_{p_i} – коэффициент разновременности энергопотребления для i -го потребителя электроэнергии.

5. С учетом планируемого процента расхода электроэнергии на собственные нужды электростанций и потерь в электрических сетях определяется совмещенный максимум нагрузки на зажимах генераторов электростанций:

$$P_{\max_p}^{ст} = \frac{P_{\max_p}}{100 - P_{с.н.пот}} 100 \%, \quad (24.9)$$

где $P_{\max_p}^{ст}$ – совмещенный максимум нагрузки на зажимах генераторов электростанций; $P_{с.н.пот}$ – затраты электрической мощности на собственные нужды электростанций и ее потери в сетях, %.

Ожидаемые потери электроэнергии в передающих сетях определяют с помощью расчетных методов или по отчетным данным за ряд лет с необходимыми коррективами.

6. Исходя из запланированного совмещенного максимума нагрузки и фонда времени работы за соответствующий период определяется необходимая выработка электроэнергии предприятием на данный период.

После завершения годового планирования потребности в электроэнергии и максимумов нагрузок выполняется текущее планирование режима работы электрогенерирующего предприятия, которое сводится к разработке средних суточных графиков нагрузки. Планирование таких графиков также может производиться с помощью синтезированного метода или метода аналогии.

При синтезированном методе расчета сводные графики нагрузки строятся суммированием графиков нагрузок определенных групп потребителей. Наиболее сложным элементом таких расчетов является

планирование ожидаемых графиков нагрузки для тех потребителей, режим потребления которых неустойчив и имеет выраженный циклический характер (освещение, городской транспорт и т. д.). Для установления конфигурации таких частных графиков применяют различные способы, например: сопоставляют графики нагрузки различных дней с целью выявления нагрузки непрерывных производств; сопоставляют части и ординаты одного и того же графика для выяснения нагрузок сменных предприятий и т. д. В итоге, исходя из известного максимума нагрузки данного конкретного потребителя и конфигурации среднего суточного графика его нагрузки, пересчитанного в процентах от максимума, определяют абсолютный средний суточный график энергопотребления на планируемый месяц.

Планирование графиков нагрузки методом аналогии производят в случаях, когда состав потребителей и режим их потребления достаточно устойчивы. В этом случае конфигурация средних суточных графиков нагрузки будет устойчива на протяжении продолжительного периода. Исходя из этого планируемый график нагрузки получают на основе фактического среднего графика за тот же месяц прошедшего периода.

Планирование работы теплогенерирующих предприятий также сводится к построению соответствующих энергетических балансов, которые разрабатываются в целом для обслуживаемого предприятием района и основываются на расчете ожидаемой тепловой нагрузки и потребности обслуживаемых потребителей в теплоэнергии. Планирование потребности в тепле действующих потребителей производят по отчетным данным за предшествующие годы с учетом роста тепловой нагрузки на планируемый период и ожидаемых колебаний температур наружного воздуха. Плановое годовое производство тепла районом теплоснабжения рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{год}} = \sum_{i=1}^n Q_{\text{потр}_i} + Q_{\text{п.т.т}} + Q_{\text{п.т.с}}, \quad (24.10)$$

где n – количество потребителей (групп потребителей); $Q_{\text{потр}_i}$ – плановое потребление тепла i -м потребителем; $Q_{\text{п.т.т}}$ – планируемые потери тепла с теплоносителем; $Q_{\text{п.т.с}}$ – планируемые потери тепла в окружающую среду.

При планировании работы комплексных энергогенерирующих предприятий необходимо учитывать взаимосвязь между процессами

производства нескольких различных видов энергии. Например, при планировании работы ТЭЦ необходимо учитывать связь между величиной тепловой и электрической нагрузки в разрезе каждых суток.

24.6. Особенности оперативного управления работой энергетических систем

Основной задачей оперативно-диспетчерского управления работой энергетических систем является удовлетворение установленных потребностей в энергии соответствующего вида при минимальных затратах на производство и соблюдении заданных ограничений по надежности работы и качеству энергии.

В *функциональном* отношении оперативное управление работой энергетических систем состоит из следующих основных элементов:

- разработка месячных и подекадных планов потребления энергии, графиков нагрузок и балансов мощности;
- суточное планирование режимов работы генерирующих мощностей с учетом ограничений, обусловленных долгосрочным планированием;
- регулирование и оптимизация загрузки оборудования и параметров получаемой энергии (напряжение, частота, температура, давление и т. д.);
- обеспечение надежности и нормального качества энергии (расчеты устойчивости параллельной работы, токов коротких замыканий, противоаварийной и системной автоматики, а также разработка разного рода директивных материалов);
- планирование ремонтов оборудования;
- настройка систем автоматики;
- контроль соблюдения графиков нагрузок;
- руководство аварийно-восстановительными работами и т. д.

В *территориально-иерархическом* аспекте оперативно-диспетчерское управление режимами работы энергетических систем осуществляется по иерархической системе, которая, в зависимости от масштабов соответствующих систем, может состоять из следующих ступеней:

- 1) центральное диспетчерское управление единой энергетической системой (ЦДУ);
- 2) диспетчерские управления объединенными энергосистемами (ОДУ);

3) центральные диспетчерские пункты локальных энергосистем (ЦДП);

4) диспетчерские пункты управления отдельных энергопредприятий (ДП).

Функциональный и территориально-иерархический аспекты оперативно-диспетчерского управления работой энергетических систем взаимно связаны друг с другом. Каждой ступени управления соответствует определенный ограниченный перечень выполняемых функций и круг решаемых вопросов. Так, ЦДУ координирует работу всех подотраслей энергетической отрасли; ОДУ регулирует взаимодействие локальных энергосистем; ЦДП координирует режим загрузки отдельных локальных энергосистем и осуществляет руководство оперативным персоналом генерирующих станций и передающих сетей.

Диспетчерская служба отдельной энергетической системы (ОДУ) обычно включает в свой состав центральную оперативно-диспетчерскую службу; службу режимов; гидрологическую службу (при наличии в энергетической системе гидроэлектростанций). Возглавляет диспетчерскую службу главный диспетчер. Оперативное руководство осуществляют дежурный диспетчер и его помощники. Служба режимов может быть представлена несколькими группами персонала, которые занимаются разработкой режимов работы генерирующих станций, режимов загрузки передающих сетей, регулированием напряжения и т. д. Система диспетчерского управления дополняется службами оперативного управления электростанциями и сетями, а также службой энергосбыта, регулирующей потребление энергии. На электростанциях оперативное управление осуществляет дежурный инженер электростанции, в сетях – дежурный диспетчер.

Дежурный диспетчер является непосредственным оперативным руководителем работы энергетической системы. Все основное оборудование энергетической системы находится в оперативном управлении или ведении дежурного диспетчера. Операции с оборудованием, находящимся в управлении диспетчера, осуществляются только по его распоряжению, а введение – только с его согласия.

Диспетчерские службы управления отдельных энергетических предприятий наряду с оперативными функциями также выполняют и работы, имеющие непосредственное отношение к технической эксплуатации энергооборудования. Так, основное содержание работы диспетчерских служб электростанций состоит в регулировании их

мощности в соответствии с заданным графиком и распоряжениями дежурного диспетчера энергетической системы.

Обмен информацией в оперативно-диспетчерском управлении энергетическими системами осуществляется с помощью специализированной телефонной связи, телесигнализации, телемеханики.

Особо важное значение в оперативном управлении работой энергетических систем играют *оперативные резервы*, к которым предъявляются очень жесткие требования по мобильности. К основным видам оперативных резервов в энергетике принято относить:

1) аварийный резерв, т. е. резерв мощности, компенсирующий аварийные отключения оборудования;

2) нагрузочный резерв, предназначенный для ликвидации неожиданных нарушений энергетического баланса из-за неточности текущего планирования графика нагрузок.

В зависимости от содержания и мобильности различают оперативные резервы первой, второй и третьей категорий.

Оперативный резерв первой категории предназначен для предотвращения нарушения устойчивости, автоматического восстановления питания потребителей (отключенных действием противоаварийной автоматики), восстановления частоты.

Оперативный резерв второй категории предназначен для ликвидации перегрузок линий передач энергии, восстановления нормальных запасов устойчивости, частоты.

Оперативный резерв третьей категории предназначен для восстановления нормального режима при значительных дефицитах мощности.

Совершенствование оперативного управления в энергетических системах идет по пути создания автоматизированных управляющих вычислительных центров. Внедрение автоматизированных систем диспетчерского управления обеспечивает автоматизацию сбора, передачи, обработки и отображения оперативной информации о схеме и текущем режиме работы энергетической системы, выполнение расчетов по планированию и ведению оптимальных режимов.

24.7. Базовые направления повышения эффективности работы предприятий энергетического комплекса

В настоящее время ключевыми направлениями развития энергетического комплекса Республики Беларусь выступают:

1. Реструктуризация отрасли. Одним из важнейших факторов повышения эффективности работы энергопредприятий и привлечения в отрасль необходимых инвестиций является реформирование энергетики на основе организационного разделения естественно-монопольных и потенциально конкурентных видов хозяйственной деятельности, развития конкуренции в сфере генерации энергии. Это будет способствовать созданию благоприятных условий для формирования финансово-устойчивых отраслевых компаний, способных конкурировать на рынках энергоносителей и услуг и привлекать инвестиции для своего развития при надежном и бесперебойном энергоснабжении платежеспособных потребителей электрической и тепловой энергией. Основная цель структурной перестройки в ТЭК состоит в создании условий для эффективного производства и потребления энергоресурсов, привлечения инвестиций для своевременного обновления и повышения технического уровня энергетических предприятий. Достижение целей структурной перестройки должно обеспечиваться путем изменения имущественных отношений в энергетике, реорганизации органов управления и предприятий ТЭК для формирования конкурентной среды в сфере поставок, производства и распределения энергетических ресурсов.

2. Модернизация и техническое перевооружение действующих энергетических объектов. Основным направлением такой модернизации в настоящее время является внедрение высокоэффективных парогазовых технологий путем газовой надстройки на действующих паросиловых энергоблоках электростанций, ТЭЦ и котельных. С целью использования теряемого теплового перепада пара в котельных необходимо провести установку модульных турбоагрегатов. Отработанный после турбины пар может быть использован на технологические нужды предприятия либо в целях отопления и горячего водоснабжения. Стоимость вырабатываемой электроэнергии на таких котельных-ТЭЦ будет в 1,5–2 раза меньше, чем электроэнергия, получаемая от существующей энергосистемы, при удельных капвложениях на 1 кВт электрической мощности для турбоустановок мощностью 0,6 МВт – 100–110 дол. США и 3,5 МВт – 80–100 дол. США при сроке окупаемости 2–3 года. Помимо этого оборудование котельных турбинами небольшой мощности позволит повысить надежность электроснабжения котельных, что, в свою очередь, повышает надежность отпуска тепла и получить дополнительную электроэнергию

практически без увеличения вредного воздействия на окружающую среду.

3. Обеспечение рациональной структуры топливно-энергетического баланса, в том числе за счет увеличения потребления местных видов топлива и альтернативных источников энергии. Основной прирост потребления местных энергоресурсов осуществляется за счет торфа и дров. Кроме того, в ближайшие годы планируется значительное увеличение использования прочих энергоресурсов: гидроэнергии, горючих ВЭР, утилизированных промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых отходов, энергии нетрадиционных источников, а также увеличение использования угольного топлива и мазута. Увеличение использования местного сырья предполагает строительство ТЭЦ в районных городах, перевод котельных на дрова и торф, применение современных технологий, позволяющих получить достаточно высокий КПД от сжигания этих видов топлива. С целью уменьшения доли природного газа в топливно-энергетическом балансе целесообразным также является строительство гидроэнергетических станций и станций, работающих на угле. Кроме того, важным направлением оптимизации топливно-энергетического баланса на сегодняшний день является развитие атомной энергетики.

4. Сокращение вредных экологических воздействий предприятий энергетического комплекса на окружающую среду. Ключевыми инструментами повышения экологической безопасности отечественной энергетики являются:

– проведение исследовательских работ по разработке и более широкому использованию новых и возобновляемых видов энергии, технологий поглощения диоксида углерода и инновационных экологически безопасных технологий;

– увеличение в топливно-энергетическом балансе доли возобновляемых источников энергии;

– увеличение эффективности использования топлива путем модернизации систем его сжигания;

– развитие атомной энергетики на основе использования наиболее совершенных технологий получения, использования и утилизации соответствующего топлива.

ТЕМА 25. ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МЕТАЛЛУРГИИ

- Общие особенности металлургического производства и основные типы металлургических процессов.
 - Производственная структура металлургических предприятий и особенности организации их основных цехов.
 - Специфика организации и нормирования труда в металлургическом производстве.
 - Оперативное управление производством на предприятиях металлургии.
 - Ключевые прогрессивные технологии и методы повышения эффективности металлургического производства.
-

25.1. Общие особенности металлургического производства и основные типы металлургических процессов

Металлургия является одной из базовых отраслей современной промышленности, поскольку ее продукция является исходным материалом для производства продукции многих других отраслей, в первую очередь, – машиностроения. В Республике Беларусь отрасль металлургии представлена 17-ю предприятиями, на которых сконцентрировано около 4,5 % общего объема основных производственных фондов отечественной промышленности и занято около 1,5 % общей численности промышленно-производственного персонала. Удельный вес отрасли в общем объеме отечественного промышленного производства составляет около 4 %.

Металлургический комплекс включает черную и цветную металлургию, т. е. совокупность связанных между собой отраслей и стадий производственного процесса от добычи сырья до выпуска готовой продукции – черных и цветных металлов и их сплавов. К черным металлам относят железо, марганец, хром. Все остальные металлы считаются цветными.

Черная металлургия охватывает весь процесс от добычи и подготовки сырья, топлива, вспомогательных материалов до выпуска проката с изделиями дальнейшего передела. Значение черной металлургии заключается в том, что она служит основой развития машино-

строения (1/3 производимого металла идет в машиностроение), строительство (1/4 металла идет в строительство). Кроме того, продукция черной металлургии имеет экспортное значение. В состав черной металлургии входят следующие основные подотрасли:

- добыча и обогащение рудного сырья для черной металлургии (железных, марганцевых и хромитовых руд);
- добыча и обогащение нерудного сырья для черной металлургии (флюсовых известняков, огнеупорных глин и т. п.);
- производство черных металлов (чугуна, стали, проката, доменных ферросплавов, металлических порошков черных металлов);
- производство стальных и чугунных труб;
- коксохимическая промышленность (производство кокса, коксового газа и проч.);
- вторичная обработка черных металлов (разделка лома и отходов черных металлов).

Цветная металлургия включает добычу, обогащение руд цветных металлов и выплавку цветных металлов и их сплавов. По физическим свойствам и назначению цветные металлы условно можно разделить на тяжелые (медь, свинец, цинк, олово, никель) и легкие (алюминий, титан, магний). На основании этого деления различают металлургию легких металлов и металлургию тяжелых металлов. Различия их в специализации объясняются несхожестью географии легких металлов (алюминиевая, титано-магниева промышленность) и тяжелых металлов (медная, свинцово-цинковая, оловянная, никель-кобальтовая промышленность).

Металлургия является отраслью, производство в которой отличается максимальной степенью концентрации. Три крупнейших предприятия отечественной черной металлургии обеспечивают выпуск около 90 % общего объема продукции отрасли. В цветной металлургии концентрация выражена еще больше и три ведущих предприятия подотрасли обеспечивают практически 100 % общего объема выпуска. Столь высокая степень концентрации производства в металлургии связана с особенностями применяемой технологии, требующей применения крупных агрегатов (плавильных печей, прокатных станков и т. п.), использование которых экономически эффективно только при их непрерывной загрузке и больших масштабах производства.

На предприятиях металлургии производственные процессы имеют *многоступенчатый характер*, состоящие из ряда взаимосвязан-

ных переделов сырья, а также промежуточных продуктов, полуфабрикатов и отходов основного производства – штейнов, пылей, шлаков, шламов, отходящих газов, огарков, растворов, хвостов обогащения и т. п.

Другой важной особенностью производственных процессов на металлургических предприятиях является *непрерывность* протекания их во времени. Непрерывные процессы протекают без остановок оборудования для загрузки сырья и материалов и выгрузки продукции. Эти вспомогательные операции осуществляются одновременно с изменением предметов труда. Загрузка и выгрузка сырья производятся также непрерывно или последовательными порциями без перерывов в технологическом процессе (например, плавка шихты в шахтных или отражательных печах).

По сравнению с другими отраслями металлургия характеризуется самым большим расходом сырья и материалов на единицу продукции, т. е. *наиболее высокой материалоемкостью* производства, что связано с использованием в производственном процессе больших масс основных и вспомогательных материалов. Также для металлургического производства характерна *высокая энерго- и электроемкость*. Трудоемкость металлургического производства относительно невысока, что связано с преобладанием аппаратурных производственных процессов, протекающих без непосредственного участия рабочих. Таким образом, первоочередное значение для повышения эффективности металлургического производства играют комплексная переработка сырья и максимально эффективное использование энергетических ресурсов. В связи с непрерывностью основных технологических процессов, высокой степенью специализации используемого технологического оборудования и относительно узкой номенклатурой выпускаемой продукции металлургическое производство в большинстве случаев является *массовым*. Серийный тип производства в металлургии характерен только для предприятий по обработке металлов и сплавов, а также для ремонтно-механических цехов при изготовлении деталей и запасных частей для ремонта основного оборудования. Единичный тип производства для металлургии не характерен и встречается только в ремонтно-механических цехах при изготовлении нестандартного оборудования и приспособлений для собственных нужд предприятия.

Металлургическое производство отличается очень *высоким температурным режимом* обработки предметов труда и *значитель-*

ными объемами вредных выбросов. Вследствие этого при организации металлургического производства важное значение имеют оптимизация выбора производственной площадки, повышенное внимание к обеспечению безопасности труда работников и организация эффективных систем очистки возникающих вредных выбросов. Кроме того, высокие температурные режимы и вредный характер основных производственных процессов также определяют специфику организации труда работников металлургических предприятий, при которой основные процессы являются аппаратными, т. е. протекают без непосредственного участия рабочих.

Производственные процессы в металлургии достаточно многообразны, в связи с чем для классификации таких процессов могут быть использованы несколько различных признаков. Традиционно в качестве таких признаков принято использовать способ воздействия на предметы труда и характер используемых средств труда.

В зависимости от *способа воздействия на предметы труда* основные металлургические процессы делятся:

1) на *пирометаллургические* – основанные на получении готового металла из исходного сырья за счет изменения его химического состава и физических свойств с помощью воздействия высоких температур;

2) *гидрометаллургические* – направленные на извлечение металлов из руд, концентратов и отходов различных производств при помощи водных растворов химических реагентов (выщелачивание) с последующим выделением металлов из растворов (цементацией, электролизом и другими методами);

3) *электрометаллургические* – основанные на получении металлов из электролитических растворов или расплавов с помощью окислительно-восстановительных реакций, обеспечиваемых протеканием через электролит электрического тока.

Основные разновидности выделенных типов основных металлургических процессов представлены на рис. 25.1, 25.2.

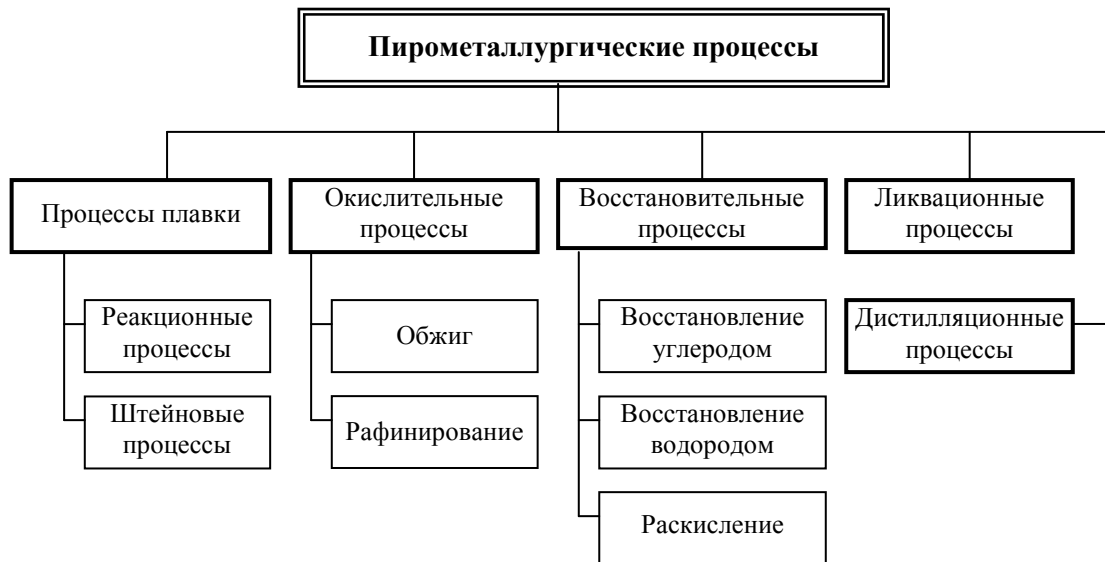


Рис. 25.1. Основные разновидности пирометаллургических процессов



Рис. 25.2. Основные разновидности гидро- и электрометаллургических процессов

В зависимости от *характера используемых средств труда* производственные процессы в металлургии подразделяются:

1) на *ручные*, в которых рабочий проводит непосредственную обработку предмета труда при минимальной степени механизации (например, слесарная обработка заготовок, ручная сдирка катодного цинка, ремонтные работы и т. д.);

2) *машинно-ручные*, в которых обработка предметов труда ведется на оборудовании, непосредственно управляемом рабочими

(обработка литейных заготовок на шарошечных станках, резка заготовок на части на механических ножницах и т. п.);

3) *машинные*, отличающиеся комплексной механизацией как основных, так и вспомогательных производственных операций (дробление руды в дробилках, грохочение руды);

4) *аппаратурные*, которые направлены на изменение химического состава или агрегатного состояния веществ (плавка, выщелачивание, кальцинация, кристаллизация, осаждение, спекание, флотация и т. д.) и протекают в закрытой системе оборудования без непосредственного участия рабочих. Роль рабочего персонала в таких процессах сводится к контролю и регулированию режимов работы оборудования. На современных металлургических предприятиях аппаратурные процессы являются комплексно-автоматизированными.

25.2. Производственная структура металлургических предприятий и особенности организации их основных цехов

Большинство предприятий металлургии организовано в форме комбинатов, осуществляющих комплексную переработку исходного сырья и включающих в свою структуру горные, обогатительные, металлургические и химические производства. Вместе с тем в отрасли также существуют и специализированные предприятия, например литейные заводы, электролизные алюминиевые заводы, доводочные фабрики и т. д.

На малых и средних металлургических предприятиях производственная структура строится по цеховому принципу, а на крупных заводах и комбинатах – по корпусному.

К *основным цехам* металлургических комбинатов и предприятий относятся:

- на крупных комбинатах с полным производственным циклом – горные, обогатительные;
- на заводах черной металлургии – литейные и прокатные;
- в цветной металлургии – медеплавильные, свинцовые, цинковые, редкометаллические, рафинировочные;
- в комплексных химико-металлургических производствах – сернокислотные и другие химические.

Вспомогательные и обслуживающие хозяйства металлургических предприятий обычно включают:

1. Группу ремонтных цехов:

– ремонтно-механические цехи, в состав которых входят различные отделения или участки (механическое, кузнечное, литейное, котельно-сварочное, защитных покрытий и др.);

– электроремонтный цех, производящий ремонт электрооборудования, перемотку и установку электродвигателей в производственных цехах;

– ремонтно-строительный цех, осуществляющий ремонт зданий и сооружений;

– цех КИП и автоматики.

2. Энергетические цехи, состав которых зависит от условий энергоснабжения предприятия. Крупные предприятия металлургии имеют в своем составе сложное энергохозяйство. Наиболее типичная структура энергохозяйства крупных предприятий металлургии следующая: теплоэлектроцентраль, преобразовательные подстанции, электросиловое хозяйство, теплосиловое хозяйство, газовое хозяйство, электроремонтное хозяйство, энергохозяйство основных цехов, служба электро-связи (телефон, радиоустановки и др.).

3. Транспортные цехи, состав которых определяется местом расположения предприятия, наличием подъездных путей, характером внутризаводских грузов и другими условиями. На крупных предприятиях имеется автомобильный и железнодорожный транспорт широкой или узкой колеи. На горно-обогатительных предприятиях иногда используется подвесной транспорт. Руководство транспортной службой на крупном предприятии (комбинате) металлургии осуществляет помощник директора по транспорту, которому подчинены самостоятельные цехи – железнодорожный и автотранспортный. На небольших предприятиях организуют единый транспортный цех, в состав которого входят планово-диспетчерское бюро, механическое отделение, занимающееся ремонтом транспортных средств, автобаза, железнодорожное депо, автоэлектрокарное депо.

4. Центральные заводские лаборатории, производящие технологические исследования в основных цехах и разрабатывающие для них прогрессивную технологию. Центральные лаборатории являются научно-техническими центрами предприятия.

5. Экспериментальные цехи, где в полупромышленных масштабах проверяются новая технология производства и новое оборудование.

6. Складское хозяйство. В ряде металлургических производств на складах сырья осуществляют подготовительные операции к ис-

пользованию сырья (усреднение состава, сушка). Также на складах предприятий металлургии широко распространена централизованная система обеспечения сырьем и материалами основных и вспомогательных цехов.

7. Подсобные и побочные цехи: лесозаготовки; цехи, изготавливающие тару или упаковывающие продукцию; утильцехи, производящие продукцию из отходов основных и вспомогательных цехов; производства стройматериалов; цехи, изготавливающие предметы народного потребления из отходов, и др.

Организация работы литейных цехов. В литейных цехах металлургических предприятий производится заготовительное литье, могущее поступать для дальнейшей обработки в прокатные цехи либо напрямую реализуемое предприятиям-потребителям. В литейных цехах изготавливаются слитки из различных сплавов, а также из технически чистых металлов. Сырьем для литейных цехов являются как первичные металлы, так и вторичные (лом, отходы, обрезки), поступающие из обрабатывающих цехов предприятия и со стороны. Производственная структура литейных цехов металлургических предприятий обычно представлена комплексом участков (отделений), основными из которых являются: шихтовые, плавно-разливочные участки и участки механической обработки слитков. Помимо основных участков, в структуру литейных цехов обычно входят электроремонтная и ремонтно-механическая мастерские и комплекс прицеховых складов и кладовых.

Режим работы литейных цехов имеет определенную специфику, которая связана с тем, что длительность технологического цикла плавления и разлива металлов обычно не равна и не кратна продолжительности рабочей смены. В связи с этим в шихтовых и плавно-разливочных переделах литейных цехов принят непрерывный режим работы – круглосуточный без выходных дней. Во вредных производствах (литье медно-никелевых и латунных сплавов) работа осуществляется в четыре смены по 6 часов каждая, а в остальных литейных производствах работа организована в три смены по 8 часов.

Организация работы в прокатных цехах. Прокатные цехи металлургических предприятий производят листы, ленты, фольгу из слитков различных металлов и их сплавов или заготовок. Для более полного использования оборудования и живого труда в таких цехах применяют предметную и технологическую формы специализации. При предметной форме цехи и участки выпускают только один опре-

деленный вид проката, технологическая же форма специализации предусматривает обособление технологических процессов при изготовлении проката различных видов (например, холодная прокатка лент из различных сплавов). Технологическая специализация применяется в условиях серийного производства и при единичных заказах. Более прогрессивной формой специализации для металлургических производств является предметная, позволяющая организовать непрерывное поточное производство, устранить переналадки оборудования и обеспечить учет и планирование производства. Уровень и характер специализации прокатных цехов определяются номенклатурой изделий, однородностью обрабатываемых сплавов и масштабами производства.

Основными участками (отделениями) прокатных цехов являются:

1) участки горячей прокатки, в которых обрабатываемые слитки перед обработкой нагреваются для увеличения их пластичности;

2) участки холодной прокатки, на которых обработка слитков ведется без предварительного нагрева;

3) участки термической обработки, на которых производятся сварка заготовок и их отжиг для получения изделий требуемыми свойствами;

4) участки травления, где производится снятие окалины, образовавшейся в результате горячей прокатки и после промежуточных и окончательных отжигов;

5) участки правки, шабровки и контроля готового проката.

Размещение оборудования и участков в прокатном цехе при серийном и массово-поточном производстве осуществляется по ходу технологических процессов. Такое расположение участков устраняет возвратное движение предмета труда и сокращает производственный цикл по сравнению с расположением оборудования вдоль поперечной оси здания.

В прокатных цехах, помимо перечисленных основных производственных участков, также создаются ремонтно-механическое отделение, осуществляющее текущий и средний ремонт оборудования, и вальцешлифовальный участок, где производится перешлифовка рабочих и опорных валков станов.

Основные участки прокатного цеха оснащаются специализированными прокатными станами, ключевыми показателями работы которых являются показатели их часовой производительности. Часовая производительность стана при прокатке любого вида продукции зави-

сит от ряда производственных факторов, основными из которых являются: такт процесса (т. е. промежуток времени, в течение которого обрабатывается один слиток) и масса исходного металла для прокатки, определяемая конструкцией стана и производительностью вспомогательного оборудования. Расчет часовой производительности прокатного стана выполняется по следующим формулам:

$$Q_{\text{и.с}} = \frac{3600}{T} G; \quad (25.1)$$

$$Q_{\text{г.п}} = \frac{3600}{T} G \cdot B, \quad (25.2)$$

где $Q_{\text{и.с}}$ – часовая производительность стана по исходному сырью, т; $Q_{\text{г.п}}$ – часовая производительность стана по годному прокату, т; T – время прокатки одного слитка (такт прокатки), с; G – масса слитка (заготовки), т; B – выход годного проката из 1 т слитков (заготовок), доли ед.

Время прокатки одного слитка определяется на основе следующей зависимости:

$$T = \sum_{i=1}^n t_{\text{м}_i} + \sum_{i=1}^{n-1} t_{\text{к}_i} + t_{\text{н}} - t_{\text{р}}, \quad (25.3)$$

где n – число рабочих проходов; $t_{\text{м}_i}$ – машинное время прокатки в i -м проходе; $t_{\text{к}_i}$ – пауза между проходами при прокатке одной и той же полосы; $t_{\text{н}}$ – пауза между прокаткой смежных слитков (полос); $t_{\text{р}}$ – перекрытие во времени отдельных элементов процесса прокатки.

Отдельные элементы времени прокатки слитка определяются путем специальных технических расчетов на основе хронометражных наблюдений, а также осциллографическими методами.

Для прокатных станов непрерывного типа, работающих со сваркой заготовок встык (бесконечная прокатка), часовая производительность рассчитывается по формуле

$$Q = 3,6 \cdot q \cdot v \cdot B, \quad (25.4)$$

где q – масса 1 м готового проката, кг; v – скорость прокатки, м/с.

Значительному повышению производительности оборудования и труда обслуживающего персонала, а также повышению качества проката при работе на нереверсивных станах способствует организация

последовательной холодной прокатки, при которой вся партия заготовок сначала проходит промежуточную прокатку на один заданный размер, а затем стан переналаживается на следующий заданный размер. Организация непрерывного потока на прокатном оборудовании является важнейшим направлением повышения использования производственной мощности прокатных цехов.

Режим работы прокатных цехов может различаться в зависимости от типа и масштабов производства. Наиболее распространенным является двухсменный режим работы, однако некоторые предприятия в связи с повышенной потребностью в изделиях из цветного проката работают в три смены. При повышенной производительности участка горячей прокатки данный участок может работать в одну смену, обеспечивая двухсменную работу последующего оборудования цеха. Участок термической обработки (печи отжига) обычно работает непрерывно в три смены. Травильный участок при использовании агрегата скоростного травления может работать в одну смену.

В связи с дискретностью прокатного производства, одновременной обработкой нескольких партий изделий возникает межоперационное пролеживание металла, обработка которого не закончена. Организация серийного производства в прокатных цехах предусматривает параллельный или последовательный запуск в обработку нескольких партий. Для обеспечения бесперебойного производства с учетом пропускной способности отдельных производственных участков важно определить оптимальный размер партий запускаемых в обработку слитков. Он должен быть таким, чтобы не увеличивались затраты на переналадку оборудования и размеры незавершенного производства в расчете на единицу продукции. Оптимальная величина партии для прокатных цехов определяется по формуле

$$n_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{S_n \cdot N_c}{S_1}}, \quad (25.5)$$

где S_n – сумма затрат на одну наладку всех агрегатов, на которых обрабатывается данный вид проката (или одного агрегата в случае изменения размера партии при переходе от одного агрегата к другому), руб.; N_c – величина всей обрабатываемой серии слитков (т, кг, штуки); S_1 – затраты на хранение продуктов незавершенного производства для данного типа проката в расчете на единицу продукции, руб.

Организация производственного процесса в прокатных цехах также предполагает установление оптимального количества металла в незавершенном производстве (т. е. на разных агрегатах и около них в ожидании обработки). Снижение величины производственного задела ниже установленного уровня может вызвать простои оборудования и недоиспользование фонда рабочего времени основных участков цеха.

25.3. Специфика организации и нормирования труда в металлургическом производстве

В металлургических производствах, где преобладают аппаратурные процессы преимущественно с физико-химической технологией, дробное операционное разделение труда является неэффективным, так как не обеспечивает полной занятости рабочих. Вследствие этого индивидуальные формы организации труда для предприятий металлургии не характерны. Непрерывность производства на металлургических заводах требует от рабочих знания смежных процессов в технологической цепи переработки сырья, т. е. широкого профессионального профиля. Для большинства металлургических переделов типичной является *бригадная организация труда*, осуществляемая в двух основных формах:

1) создание *специализированных бригад*, в которых каждый рабочий выполняет технологически однородные функции (например, бригады электролизников, выливщиков металла на алюминиевых заводах);

2) создание *комплексных бригад*, в которых рабочими выполняются технологически разнородные функции. Комплексные бригады организуются с полным разделением труда, когда каждый член бригады выполняет только определенные функции, соответствующие его профессии, и без разделения или с частичным разделением труда, когда один и тот же рабочий выполняет несколько технологически разнородных функций, что связано с совмещением профессий, с дополнительным обучением рабочих. Создание комплексных бригад с частичным разделением труда и без разделения способствует лучшему использованию рабочего времени каждым членом бригады и повышенной коллективной ответственности за количественные и качественные показатели работы.

Специализированные и комплексные бригады организуются как *сменные* (за определенным оборудованием закрепляют несколько

сменных бригад, между которыми отсутствует технологическая связь, например бригады флотаторщиков, волочильщиков, прессовщиков) или как *сквозные* (суточные), обслуживающие определенное оборудование в течение суток, с разбивкой на сменные звенья (например, бригады электролизников алюминиевых заводов).

Организация сквозных бригад целесообразна в следующих основных случаях:

– когда длительность технологического цикла переработки материалов на оборудовании, закрепленном за бригадой, больше длительности рабочей смены;

– при тесной взаимосвязи в проведении технологического процесса по сменам и практической невозможности вследствие этого учета количественных и качественных результатов работы отдельных сменных коллективов.

Сквозные бригады организуются при обслуживании крупных металлургических агрегатов (отражательных и шахтных печей и др.).

Другой важной формой организации труда рабочих в металлургическом производстве является *многоагрегатное обслуживание*. Многоагрегатное обслуживание, расширение зон обслуживания широко распространено на предприятиях металлургии, например обслуживание нескольких индукционных печей и прокатных станов на предприятиях по обработке цветных металлов, сгустителей и фильтров на обогатительных фабриках.

При организации многоагрегатного обслуживания важным является установление рациональной зоны обслуживания, т. е. количества технологических агрегатов, закрепляемых за каждым рабочим или бригадой. Зона обслуживания определяется с учетом соотношения между временем, необходимым на обслуживание каждого агрегата, и временем работы агрегата без участия рабочих. Эти величины определяют с помощью фотографий рабочего дня и хронометражных наблюдений. Во время работы оборудования без участия рабочих им можно поручить обслуживание еще одного или нескольких агрегатов (машин).

Расчет зоны обслуживания, закрепляемой за каждым из рабочих или каждой бригадой, выполняется с учетом того, являются ли соответствующие технологические агрегаты однотипными или разнотипными. Для однотипного оборудования зона обслуживания устанавливается по формуле

$$n = \frac{t_{\text{ап}}}{t_{\text{руч}}} + 1, \quad (25.6)$$

где n – зона обслуживания (число закрепляемых агрегатов); $t_{\text{ап}}$ – время аппаратурной работы оборудования без участия рабочих; $t_{\text{руч}}$ – время занятости рабочего на одном аппарате (выполнение ручных операций и активное наблюдение за работой оборудования).

Если рабочий или бригада обслуживает несколько единиц разнотипного оборудования, то для определения рациональной зоны обслуживания необходимо, чтобы время суммарной занятости рабочих на всех обслуживаемых единицах и время работы этого оборудования без участия рабочих были равны. Следует так подбирать оборудование, чтобы время занятости рабочих на каждом агрегате было меньше или равно времени работы других агрегатов, закрепляемых за рабочими:

$$\sum_i^n t_{\text{руч}_i} \leq \sum_j^n t_{\text{ап}_j}; \quad (25.7)$$

$$t_{\text{руч}_i} \leq t_{\text{ап}_j}, \quad (25.8)$$

где $t_{\text{руч}_i}$ – время занятости рабочего на i -й единице оборудования; $t_{\text{ап}_j}$ – время аппаратурной работы j -й единицы оборудования.

С учетом этого зона обслуживания для разнотипного оборудования определяется по формуле

$$n = \frac{t_{\text{ап}_j}}{\sum_i^n t_{\text{руч}_i}}. \quad (25.9)$$

Расширению зон многоагрегатного обслуживания содействуют рациональное размещение оборудования и выбор наиболее эффективных методов и приемов его обслуживания. Многоагрегатное обслуживание, повышающее степень занятости рабочих, эффективно лишь при обеспечении полного использования во времени и по производительности всего обслуживаемого оборудования. Организацию многоагрегатного обслуживания, направленного на обеспечение полной занятости рабочих, следует проводить с учетом вредности и тяжести условий труда.

Помимо многоагрегатного обслуживания, существенным направлением повышения эффективности труда рабочих в металлургическом производстве также является *совмещение профессий и специальностей*. Совмещение профессий может осуществляться по линии основных технологических операций (например, обслуживание сгустителей и фильтров на обогатительных фабриках), по линии вспомогательных профессий (слесарь-газосварщик), а также по линии комбинирования основных операций со вспомогательными (рабочий пылеулавливания – электрослесарь).

При нормировании труда рабочих металлургического производства используются следующие основные разновидности трудовых норм: нормы времени, нормы выработки, нормы численности и нормы обслуживания.

Нормы времени устанавливают затраты рабочего времени (человеко-минут, человеко-часов) на изготовление единицы продукции, на выполнение отдельных операций, комплекса операций или законченного объема работ (определенного задания) при определенных организационно-технических условиях. Суммируя нормы времени по отдельным операциям, можно определить трудоемкость изготовления всего объема и единицы производимой продукции.

Нормы выработки характеризуют объем работ или количество изготовленной продукции одним или несколькими рабочими соответствующей квалификации за единицу рабочего времени (час, смену, сутки, месяц) в определенных организационно-технических условиях. В металлургии норма выработки устанавливается в натуральных единицах – тоннах, килограммах, кубических или квадратных метрах, штуках и т. д.

Нормы численности устанавливают регламентированную численность рабочих определенного профессионального и квалификационного состава, необходимую для обслуживания единицы оборудования или участка производства. В металлургии такие нормы рассчитываются по формуле

$$N_{\text{ч}} = \frac{T}{F_{\text{см}} \cdot N}, \quad (25.10)$$

где T – количество человеко-часов или человеко-минут, затрачиваемое рабочим соответствующей профессии в течение смены для выполнения работ по обслуживанию всего закрепленного за ним оборудования, т. е. трудоемкость сменной работы; $F_{\text{см}}$ – сменный фонд

рабочего времени одного рабочего, ч, мин; N – число единиц оборудования, обслуживаемых одним рабочим.

Нормы обслуживания определяют количество единиц оборудования, производственные площади или другую зону работы, подлежащую обслуживанию одним рабочим или рабочей бригадой при определенных организационно-технических условиях. Такие нормы исчисляются по формуле

$$N_{\text{обсл}} = \frac{1}{N_{\text{ч}}}. \quad (25.11)$$

Нормы времени и нормы выработки используются на тех участках производства, где возможно осуществить количественный и качественный учет выполненных работ (количество продукции, полуфабрикатов и т. п.). Нормы выработки при этом используются в тех случаях, когда работа носит стабильный характер, т. е. когда одна и та же продукция изготавливается в течение всей смены (например, сдирка катодного цинка, приготовление шихты, прессование порошков на полуавтоматах в производствах твердых сплавов и др.).

Норму выработки в металлургических производствах с механической технологией, характеризующихся дискретностью процессов (разрывом операций во времени), целесообразно определять на основе нормы времени, устанавливаемой исходя из детализированных нормативов времени на выполнение отдельных операций, приемов и более мелких элементов работы. Так, например, при волочении труб устанавливаются детализированные нормативы на захват заготовки, ее протяжку, сбрасывание со стана и т. д.

В прокатных цехах предприятий норму времени определяют на основе числа проходов применительно к определенному изделию (сплаворазмеру) с учетом фактически достигнутых показателей качества продукции, соблюдения нормативных технологических параметров скорости прокатки, величины обжатий и др.

Машинное время по каждому проходу определяется делением длины полосы после каждого прохода на скорость прокатки в каждом проходе. При этом длина полосы определяется на основании условия постоянства объема прокатываемого металла по формуле

$$l_i = \frac{q}{F_i \cdot y}, \quad (25.12)$$

где q – масса полосы, кг; F_i – площадь поперечного сечения полосы в данном i -м проходе, см²; γ – плотность прокатываемого металла или сплава, г/см³.

Общее машинное время прокатки каждой полосы определяется суммированием времени прокатки по всем проходам.

На основе анализа хронометражных наблюдений устанавливается продолжительность не перекрываемого вспомогательного времени, т. е. продолжительность трудовых приемов, не перекрываемых другими вспомогательными приемами и машинным временем. К перекрываемым приемам относятся, например, движение слитков по рольгангу к стану, перекрываемое подъемом валков перед первым проходом; реверс стана, перекрываемый движением полос по рольгангу после каждого прохода; сбрасывание полосы, перекрываемое машинным временем, и т. д.

После расчетов норм машинного и не перекрываемого вспомогательного времени определяется оперативное время обработки одного слитка и устанавливается норма выработки:

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{м}} + t_{\text{в}}; \quad (25.13)$$

$$H_{\text{в}} = \frac{T_{\text{см}} - t_{\text{р.п}} - t_{\text{п.з}}}{t_{\text{оп}}}, \quad (25.14)$$

где $t_{\text{оп}}$ – оперативное время обработки одного слитка, мин; $t_{\text{м}}$ – общее машинное время прокатки, мин; $t_{\text{в}}$ – время не перекрываемых вспомогательных операций, мин; $T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, мин; $t_{\text{р.п}}$ – время регламентированных перерывов за одну смену, мин; $t_{\text{п.з}}$ – подготовительно-заключительное время, мин.

Норма выработки на заготовительных станах горячей и холодной прокатки рассчитывается аналогично, однако в связи с различием скоростей прокатки на нескольких проходах машинное время определяется отдельно для проходов, имеющих одинаковую скорость.

В основных цехах предприятий металлургии при обслуживании оборудования непрерывного и периодического действия применяют нормы выработки, устанавливаемые с учетом производительности оборудования и качества перерабатываемого сырья (например, для дробильщиков, мельников и др.).

При аппаратурных процессах, а также в комплексно-механизированных и автоматизированных производствах отсутствует прямая

связь между интенсивностью труда рабочих и выработкой продукции. Поэтому оплата труда в таких условиях осуществляется по повременнo-премиальным системам, а его нормирование – путем установления нормативов численности и норм обслуживания.

25.4. Оперативное управление производством на предприятиях металлургии

Как и в других отраслях промышленности, оперативное управление производством в металлургии включает в себя три базовых функциональных элемента: оперативно-производственное планирование, оперативно-производственный учет и оперативное регулирование хода производства. В связи с тем, что большинство металлургических производств относятся к крупносерийному и массовому типам, оперативное планирование таких производств осуществляется в рамках двух основных систем ОКП: системы планирования по ритму запуска-выпуска (при массовом типе производства) и партионно-периодической системы (при крупносерийном типе производства). Общие принципы использования таких систем в металлургическом производстве аналогичны тем, которые применяются в машиностроении.

Оперативное регулирование производства заключается в координации различных элементов производственного процесса во всех звеньях предприятия, обнаружении, предупреждении и ликвидации производственных неполадок и отклонений от плана. Оперативное регулирование производственных процессов на предприятиях металлургии осуществляется с использованием диспетчеризации, которая получает дальнейшее развитие в условиях внедрения средств и методов автоматизированного управления. Диспетчеризация представляет собой метод централизованного руководства работой всех производственных звеньев предприятия по выполнению запланированной производственной программы на основе регламентированного режима, оперативных планов и систематического контроля и учета работы.

Диспетчерская система основана на централизации оперативного руководства всеми звеньями предприятия в диспетчерском бюро, осуществляющем регулирование работы предприятия в целом в соответствии с планом-графиком работы, составленным плановым отделом и утвержденным руководством предприятия. Все указания и распоряжения отдельным цехам и службам завода, исходящие от директора, главного инженера или других руководителей, по вопросам производства, а также удовлетворение запросов цехов по оказа-

нию им различных услуг другими основными цехами или вспомогательными службами предприятия проводятся через единый центр – диспетчерскую службу предприятия. Эта служба круглосуточно выполняет распорядительские функции: принимает меры по своевременному предупреждению срывов в выполнении плана, ликвидирует возникающие диспропорции в производительности отдельных цехов и производственных участков, непрерывно контролирует производственный процесс, согласовывает работу основных производственных и вспомогательных служб, регулирует организацию обеспечения цехов сырьем, материалами, топливом, полуфабрикатами, следит за своевременностью проведения погрузочно-разгрузочных работ и т. п. Для осуществления перечисленных функций оперативного руководства диспетчерская служба должна располагать надлежащими средствами информации и связи со всеми звеньями предприятия, а также средствами фиксации (учета) хода производства в каждый момент времени на любом участке предприятия. Диспетчерский учет отражает выполнение сменно-суточного задания каждым цехом, степень использования производственных мощностей оборудования, движение полуфабрикатов и промежуточных продуктов из цеха в цех, простои оборудования, их причины и длительность, поступление сырья и материалов на предприятие и отгрузку продукции.

На предприятиях металлургии диспетчерская служба обычно состоит из двух звеньев: общезаводского (общекомбинатского) диспетчерского бюро, осуществляющего оперативное руководство в масштабе всего предприятия, и цеховой диспетчерской службы, регулирующей ход производственного процесса в соответствующем цехе. Цеховая диспетчерская служба организуется обычно в крупных цехах, где требуется постоянное согласование в работе отдельных участков, особенно в связи с невозможностью в некоторых случаях установить заранее заданный ритм производства. Диспетчерская служба получила широкое распространение в горнодобывающих производствах, в цехах предприятий по обработке цветных металлов, в транспортных цехах и др. На обогатительных фабриках и в металлургических цехах предприятий медной, свинцово-цинковой, алюминиевой и других отраслей цветной металлургии оперативное руководство в сменах обычно осуществляют непосредственно начальники смен, т. е. сменные мастера.

В помощь сменным диспетчерам, подчиненным главному инженеру, иногда выделяют операторов, выполняющих всю техническую

работу по заполнению графиков, отчетных журналов, обработке сводок цехов и служб предприятия. Основой работы сменного диспетчера является сменно-суточный график работы отдельных участков предприятия. Сопоставляя фактические показатели, периодически получаемые от руководителей цехов и участков (сменных мастеров, цеховых диспетчеров и др.) со сменно-суточным планом-графиком, сменный диспетчер принимает соответствующие меры по координации работы цехов и устранению возникающих отклонений от плана, не вмешиваясь однако в работу отдельных цехов в отношении ведения технологического процесса.

Сменный диспетчер подготавливает сведения и данные для информации руководителей о работе цехов и предприятия в целом, ведет учет работы всех цехов завода за текущие сутки в соответствующем журнале. Все цехи ежедневно представляют в диспетчерское бюро завода рапорт о выполнении суточного плана. Сменный диспетчер связан с цехами и отделами завода специальной диспетчерской связью. С помощью коммутатора диспетчер имеет возможность одновременно соединиться с несколькими абонентами диспетчерской сети. Для оперативности руководства диспетчерский пункт оснащен различными сигнализационными устройствами (аварийными, информационными, поисковыми) и контрольно-измерительной аппаратурой. Имеется также и командная сигнализация, оповещающая производственные участки о распоряжениях диспетчера.

В цехе сменный диспетчер или начальник смены следит за ходом производственного процесса на всех участках цеха, устраняет задержки, препятствующие нормальному его течению. Однако основной задачей в работе диспетчера цеха является не устранение, а предупреждение различных отклонений от нормального хода производственного процесса.

Автоматически регистрирующую контрольно-измерительную аппаратуру размещают обычно на диспетчерском пункте, который ведет учет работы цеха в целом. Сведения же, записываемые исполнителями на рабочих местах, сообщают на диспетчерский пункт по телефону или по системе сигнализации.

Документы оперативного учета хода производства строятся таким образом, чтобы в них одновременно были отражены и плановые показатели и их фактическое выполнение. Такое построение плановых документов дает полное представление о ходе выполнения плана в смене. В сменно-суточном плане-графике плановые показатели за-

полняют накануне, а фактические – в течение смены. На основе первичных документов, заполняемых исполнителями на рабочих местах, и показателей контрольно-измерительной аппаратуры начальник смены составляет рапорт о работе цеха за смену и заполняет соответствующие графы в сменно-суточном плане-графике.

По данным суточной отчетности начальник цеха в конце месяца составляет месячный технический отчет – сводный документ, характеризующий все стороны производственно-технической деятельности цеха. На основе подробного учета показателей работы каждого цеха в диспетчерском бюро комбината составляется сводка о работе предприятия за сутки в сопоставлении с суточным планом в нарастающем порядке за месяц. По данным суточных отчетов цехов и суточных отчетов диспетчерского бюро производственный отдел составляет суточный отчет о работе всего завода в целом.

25.5. Ключевые прогрессивные технологии и методы повышения эффективности металлургического производства

Повышение эффективности производственных процессов в металлургии в первую очередь обеспечивается за счет технико-технологических факторов, наиболее значимыми из которых на современном этапе развития отрасли являются следующие:

1. Установка более совершенного и модернизация действующего технологического оборудования (например – уширение анодов и электродов действующих электролизных алюминиевых цехов, замена графита на углерод) и техническое перевооружение действующих металлургических предприятий. Примерами наиболее важных прогрессивных технических решений в современной металлургии могут служить:

- Совершенствование структуры сталеплавильного производства путем замены мартеновских печей на современные сталеплавильные агрегаты (индукционные, электропечи и т. д.).

- Использование установок циркуляционного вакуумирования (RH-процесс) для внепечной обработки металлов. Для этого процесса характерна высокая степень удаления водорода, большая гибкость и экономичность.

- Разливка металлов на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Данный метод позволяет увеличить выход годного проката на 6–12 %. Вследствие малых поперечных размеров слитка и высокой

скорости кристаллизации стали ограничивается развитие ликвации получаемых заготовок. Слиток, отлитый на МНЛЗ, затвердевает в стабильных условиях и имеет высокую структурную и химическую однородность. Непрерывно-литые слитки или заготовки прокатывают непосредственно на листовых или сортовых станах. Применение непрерывной разливки стали позволяет исключить из производственного цикла операции по подготовке разливочного состава, прокатке на обжимных станах и др. Все это приводит к снижению капитальных затрат, устранению ряда трудоемких операций, сокращению длительности производственного цикла от выпуска стали до получения готового проката.

- Использование установок непрерывного литья. Данный метод предназначен для получения проволоки круглого или другого профиля из цветных и драгоценных металлов. При данном способе обеспечивается стабильность процессов литья за счет применения системы принудительного охлаждения кристаллизатора; снижаются эксплуатационные расходы за счет применения в качестве охлаждаемой среды воды; обеспечивается получение проволоки из цветных и драгоценных металлов с высоким качеством наружной поверхности и хорошими эксплуатационными свойствами за счет регулирования охлаждения отливки в процессе кристаллизации и после нее.

- Использование кристаллизаторов для непрерывно-циклического литья заготовок из чугуна. Суть данного технического решения заключается в повышении стабильности процессов литья и ресурса работы кристаллизатора за счет выбора оптимальной толщины стенки гильзы и создания профиля ее рабочей поверхности, обеспечивающее свободное извлечение отливки из кристаллизатора. Результат заключается в повышении работоспособности кристаллизатора в 2–2,5 раза и исключении обрывов затравочной части отливок по вине кристаллизатора.

2. Повышение качественных характеристик (чистоты) производимых металлов за счет их более тщательной очистки от примесей. Ключевым методом рафинирования металлов и сплавов в современной металлургии является продувка расплавов инертными газами. Комбинированная продувка способствует более полному рафинированию металла от примесей, обеспечивает повышение выхода годного металла. Применение донной продувки инертным газом способствует интенсивному перемешиванию металлической ванны и соответственно приближает к равновесию реакции между металлом и шлаком.

Наибольшее распространение из этой группы процессов получил LBE-процесс (Lance-Bubling-Equilibrium), разработанный фирмой ABBED (Люксембург) и институтом IRSID (Франция). Процесс LBE предусматривает вдувание в металлическую ванну через пористые огнеупорные блоки в днище конвертера инертного газа в сочетании с верхним кислородным дутьем. Для верхней продувки используют специальную двухъярусную фурму, в которой кроме обычных сопел, предназначенных для вдувания кислорода в ванну, имеется ряд отверстий для потока кислорода для дожигания CO до CO₂. Продувку инертным газом через пористые блоки начинают за несколько минут до окончания кислородной продувки сверху и продолжают ее в течение 1–2 мин после прекращения верхнего дутья. Опыт работы 310- и 210-тонных конвертеров LBE свидетельствует о повышении выхода годного металла на 0,5–0,6 %, снижении расхода алюминия и кислорода на 1,2 м³/т. Благодаря высоким технико-экономическим показателям LBE-процесс широко внедрен в практику кислородно-конвертерного производства.

3. Механизация отдельных трудоемких процессов и комплексная механизация производства (замена трудоемких процессов транспортировки, сортировки материалов, полуфабрикатов, деталей механизированными, применение различных приспособлений, механизмов и машин, облегчающих труд основных и вспомогательных рабочих, комплексная механизация процессов клеймения, укладки, транспортировки и погрузки чушек металлов и др.).

4. Применение более скоростных параметров работы технологического оборудования и более интенсивных технологических режимов (например – повышение скорости прокатки лент, труб, листов из металлов и их сплавов, применение кислорода – вспенивание шлака и др.).

5. Применение новых, более экономичных материалов и комплексное использование сырья (использование флотационных реагентов, дробильных материалов, использование природного и попутного газа, применение фурм для некоксуемого угля и т. д.). Большое значение также имеет применение более прогрессивных материалов для изготовления самого металлургического оборудования. Так, для футеровки литейных печей целесообразным является использование периклазоуглеродистых огнеупоров. Они обладают высокой термостойкостью, повышенной устойчивостью к проникновению шлака; на их поверхности образуется прочное шлаковое покрытие, которое обеспечивает высокую стойкость футеровки.

6. Максимально возможная переработка накопленного и образующегося металлического лома с целью снижения энергетических затрат.

7. Внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами (например – автоматизация управления тепловым режимом плавильных агрегатов, автоматизация контроля плотности пульпы и т. д.). Широкое применение радиоактивных изотопов дает возможность механизировать и автоматизировать контроль в процессе производства и не просто фиксировать брак и отклонения от заданного технического режима, но и активно влиять на ход процесса. Преимущества такого автоматизированного контроля состоят в отсутствии контакта контролируемого устройства со средой или изделием, скорости действия, независимости от окружающих условий и большой точности измерений.

ТЕМА 26. ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

- Структура химической промышленности и общая специфика отраслевого производства.
 - Основные организационные формы построения производственного процесса на химических предприятиях.
 - Особенности построения химического производства в пространстве.
 - Общая специфика организации и оплаты труда персонала химических предприятий.
 - Особенности производственного нормирования на химических предприятиях.
 - Базовые направления повышения эффективности работы химических производств.
-

26.1. Структура химической промышленности и общая специфика отраслевого производства

Химическая промышленность является материальной базой химизации всех отраслей народного хозяйства. Она состоит из комплекса производств, в которых преобладают химические методы переработки предметов труда (сырья и материалов).

В Республике Беларусь в отрасль химической промышленности входит около 80 предприятий, на которых занято около 10 % общей численности промышленно-производственного персонала, задействовано более 20 % основных промышленно-производственных фондов и которые производят более 11 % общего объема продукции отечественной промышленности.

В состав химической промышленности входят следующие основные подотрасли:

- 1) горнохимическая промышленность;
- 2) основная химия (производство минеральных удобрений, содовая промышленность, хлорная промышленность, йодо-бромная промышленность и т. д.);
- 3) промышленность химических волокон;
- 4) промышленность синтетических смол и пластических масс;
- 5) лакокрасочная промышленность;
- 6) промышленность химических реактивов и особо чистых веществ;
- 7) промышленность синтетических красителей;
- 8) химико-фотографическая промышленность;
- 9) промышленность бытовой химии;
- 10) промышленность органического синтеза, а также подотрасли нефтехимической промышленности.

Как и металлургия, химическая промышленность отличается высокой степенью концентрации производства, что связано с применением крупных технологических агрегатов, многие из которых функционируют в непрерывном режиме и экономически эффективны только при значительных масштабах производства. Три крупнейших предприятия отрасли производят более 60 % общеотраслевого объема продукции, а на долю восьми ведущих предприятий приходится около 90 % общего выпуска.

Производственная деятельность предприятий химической промышленности характеризуется рядом специфических особенностей. Важнейшая из них обусловлена химической технологией, основу которой составляют химические методы производства, позволяющие изменять химический состав и структуру исходных предметов труда (сырья и материалов) и образовывать химические соединения, отличающиеся новыми физико-химическими свойствами.

Специфической чертой химической промышленности является особый характер воздействия на обрабатываемый материал. Во всех

отраслях преобладают механические приемы и методы воздействия, изменяются формы, размеры, внешний вид материала по мере его превращения в продукцию. Однако в готовой продукции исходный материал сохраняет свой химический состав и в значительной мере физико-химическую структуру. Иначе дело обстоит с продукцией химической промышленности. В большинстве случаев химическую продукцию после применения в производстве невозможно вновь использовать, ибо изменяются ее состав и структура.

Химическая промышленность коренным образом отличается от других отраслей своим техническим базисом, представляющим совокупность орудий труда. Сосуды, т. е. аппараты, в которых происходят химические процессы, – это те орудия труда, которые играют важную роль в химическом производстве. Машины (компрессоры, насосы, центрифуги и т. д.) выполняют в химическом процессе вспомогательные функции, придавая предметам труда нужные параметры (давление, вакуум и т. д.), разделяя образовавшиеся в аппаратуре продукты или транспортируя их. От работы машин зависит нормальный ход химического производства. Однако основной химический процесс, содержанием которого является химическая реакция, протекает в аппаратах – главных орудиях труда химического производства. Аппарат должен обеспечивать нормальное течение химической реакции находящихся в нем предметов труда. Он не должен вступать с ними в реакцию. Для достижения оптимальных условий химические процессы должны протекать непрерывно. В связи с указанными особенностями химического процесса химическое производство характеризуется узкой специализацией орудий труда. В каждом аппарате может протекать только один и лишь в редких случаях несколько однотипных процессов. Узкая специализация орудий труда и непрерывности процессов обуславливают высокую концентрацию химического производства, высокую степень комплексной механизации и автоматизации производства. Рабочий в непрерывном химическом производстве – это аппаратчик, контролирующий течение химических реакций и управляющий процессом производства химической продукции в основном посредством наблюдения за ходом реакции и поддержания технологического процесса в пределах действующего регламента.

Высокая техническая вооруженность рабочих и отмеченные особенности химических производств также обуславливают развитие в них высокой производительной силы труда, позволяющей приводить в движение относительно большое количество средств производства

сравнительно малым количеством труда. Таким образом, большинство химических производств характеризуется относительно малой трудоемкостью (удельный вес расходов на оплату труда в общих затратах на производство составляет, как правило, менее 15 %) и повышенной фондо-, материало-, энергоемкостью. На одного рабочего здесь приходится вдвое больше основных средств, чем в среднем по всей промышленности.

Отличительной особенностью химического производства является широкое развитие комбинирования, особенно тех его форм, которые обусловлены комплексным использованием многокомпонентного сырья. Глубокое, всестороннее использование сырья позволяет получать из одного его вида значительное количество разных химических продуктов. Вместе с тем современная химическая технология располагает множеством химических методов для получения одного и того же продукта из самых различных видов сырья. Указанная многовариантность химических процессов позволяет организовать химические производства в различных экономических районах и пунктах строительства путем использования наличных ресурсов сырья, с применением наиболее экономически эффективных методов производства.

К числу прочих особенностей химической промышленности также принято относить:

- размещение, как правило, на значительных площадях, что диктуется требованиями техники безопасности и особенностями аппаратного оформления. В связи с этим при создании химических производств приходится создавать сложную и дорогую систему коммуникаций (дороги, трубопроводы и т. п.);

- исключительно большое потребление воды. Обязательной составной частью химических предприятий являются устройства по очистке и обезвреживанию сточных вод и газовых выбросов;

- специфический характер обновления номенклатуры. В отличие от машиностроения, где происходит непрерывное появление новых конструкций, видов машин, постоянное обновление ассортимента, в химической промышленности наряду с появлением новых видов продукции выпускается и продукция, производившаяся много лет тому назад;

- непрерывный режим работы большинства химических предприятий;

- преимущественно агрессивная среда и вредные условия труда.

26.2. Основные организационные формы построения производственного процесса на химических предприятиях

Построение химического производства на современном этапе развития отрасли опирается на три базовые организационные формы, каковыми являются специализация, кооперирование и комбинирование.

Специализация отрасли представляет собой обособление различных химических производств, характеризующихся выпуском определенной продукции, особым технологическим процессом, специализированным оборудованием и кадрами.

В химической промышленности наиболее широко развита предметная специализация, основанная на выпуске определенных видов готовой продукции – серной кислоты, хлора, кальцинированной или каустической соды, синтетического аммиака, синтетического каучука и других продуктов, которые соответственно представляют те или иные подотрасли химического производства.

Вследствие специфичности химических процессов в химической промышленности менее развита поддетальная специализация, которая связана с расчленением готового к потреблению продукта на отдельные части, детали, узлы. Это форма специализации распространена лишь в тех химических производствах, где изготавливают детали из пластмасс, резинотехнические изделия.

Более распространенной на предприятиях химической отрасли является технологическая стадийная специализация, связанная с разделением технологического процесса на отдельные фазы или стадии, при которых, не закончив переработку продукта труда на данном предприятии, целесообразно передать его на другое специализированное предприятие. Например, в промышленности пластмасс и синтетических смол одни заводы специализируются на выпуске пластмасс и смол, другие – на изготовлении деталей из пластмасс. Та же форма специализации характеризует связи между промышленностью пластмасс и предприятиями химических волокон: первые изготавливают синтетические смолы, вторые перерабатывают их в синтетические волокна.

Все большее развитие в химической промышленности получает функциональная специализация, связанная с делением любого предприятия на основные и вспомогательные производства. Такая специализация в настоящее время все больше и больше выходит за пределы

предприятия, охватывая несколько предприятий одного промышленного района.

С развитием специализации непосредственно связано **кооперирование** химической промышленности, выражающееся в длительных производственных связях, установившихся между специализированными предприятиями, совместно изготавливающими готовую продукцию. Принято различать две формы кооперирования химических производств – внутриотраслевую и межотраслевую.

Внутриотраслевое кооперирование целесообразно, например, тогда, когда соседний химический завод расширяет хлорное производство специально для обеспечения потребности вновь создаваемого предприятия, которому хлор необходим для производства моющих веществ и других продуктов органического синтеза. Или, например, когда завод синтетического каучука передает отработанную серную кислоту суперфосфатному заводу для использования ее в производстве суперфосфата, а суперфосфатный завод в свою очередь обеспечивает свежей контактной серной кислотой потребности производства синтетического спирта на заводе синтетического каучука.

Межотраслевое кооперирование возникает при установлении постоянно воспроизводимых связей между предприятиями разных отраслей промышленности, например при соединении в единую производственную цепочку предприятия по производству деталей из пластмасс и потребляющих эти детали машиностроительных предприятий.

Комбинирование представляет собой соединение в одном предприятии производств разных отраслей промышленности, органически связанных между собой в технико-экономическом отношении и представляющих единый производственный комплекс.

Важнейшими признаками химического комбината являются:

– технологическое единство химических процессов объединяемых производств;

– экономическое единство, т. е. единое хозяйство всего комплекса производств, наличие их единого баланса;

– территориальное единство комплекса химических производств, выражающееся в их размещении на единой производственной площадке.

В связи с развитием трубопроводного транспорта границы химического комбината могут несколько расширяться, однако значительное удаление технологически связанных между собой химических производств технически недопустимо и экономически нецелесообразно. В химической промышленности комбинирование особен-

но эффективно, так как непрерывно совершенствующиеся химические процессы позволяют наиболее рационально использовать все компоненты разнообразных видов сырья.

Современные достижения науки и техники дают возможность вовлекать в химическую промышленность все новые виды химического сырья и обеспечивают их комплексное использование, что способствует расширению сырьевой базы химической промышленности и созданию широкого эффективного ассортимента химических продуктов. Использование коксовых, сернистых, нефтяных и природных газов в качестве химического сырья ведет к межотраслевому комбинированию химической промышленности с коксохимией, черной и цветной металлургией, нефтяной, газовой промышленностью и другими отраслями промышленности.

26.3. Особенности построения химического производства в пространстве

Пространственная организация химического производства имеет ряд специфических особенностей, проявляющихся как на стадии размещения самих химических предприятий, так и на стадии формирования их внутренней производственной структуры.

При решении задач по пространственному размещению химических предприятий необходимо совместно учитывать целый комплекс различных факторов, отражающих экономические особенности различных химических производств. Основными факторами являются следующие:

1. Сырьевой фактор. Экономическое значение этого фактора очевидно из того, что сырье и материалы являются главной составляющей в себестоимости химической продукции. Большая часть химических производств характеризуется высоким материальным индексом (т. е. отношением расхода сырья, материалов топлива к 1 т продукции). На 1 т готовой продукции расходуется, например, при производстве синтетических красителей до 20 т сырья, материалов и топлива, пластических масс – до 5 т и т. п. Если дополнительно к этому учесть, что во многих случаях сырье и материалы являются мало-транспортабельными, то становится очевидным, что сырьевой фактор для выбора научно обоснованного места строительства химических предприятий имеет основополагающее значение.

2. Энергетический фактор. Этот фактор имеет большое значение, особенно в таких производствах, как получение желтого фосфо-

ра, на 1 т которого расходуется 15 тыс. кВт · ч, капронового волокна с расходом 9–11 т условного топлива, в том числе 18–19 тыс. кВт · ч электроэнергии на 1 т синтетического каучука, на 1 т которого расходуется 10–12 т условного топлива, и т. д. Энергетический фактор, особенно в производствах, основанных на электротехнологии (электрохимия, электротермия), а также и теплоэнергия в процессах, связанных с потреблением большого количества тепла, как хлорорганика и т. п., по своему экономическому значению приближаются к сырьевому фактору. С возрастанием значения этого фактора его недоучет при территориальном размещении химических предприятий может привести к неоправданному удорожанию производимой ими продукции.

3. Трудовой фактор. Благодаря «аппаратурному» характеру химических производств большинство из них менее трудоемки, чем механообрабатывающие. Исходя из этого данный фактор является значимым только для проектов размещения химических производств в районах с ограниченными трудовыми ресурсами.

4. Водный фактор. Химические предприятия потребляют большое количество воды для осуществления технологических процессов. Например, завод синтетического аммиака мощностью 100 тыс. т в год с переработкой в аммиачную селитру потребляет 25 млн м³ воды, т. е. столько, сколько требуется для города с населением в 50 тыс. чел. Соответственно, количество воды, требующееся заводу синтетического аммиака мощностью 1 млн т, достаточно было бы для города с населением 500 тыс. чел. Быстрое развитие водоемких производств химической и других отраслей промышленности, а также все возрастающее потребление воды сельским хозяйством делают проблему обеспечения водой проектируемых предприятий одной из важнейших. В настоящее время, даже в районах, располагающих значительными ресурсами воды, последние нередко являются ограничивающим фактором. В связи с этим обеспечение потребности в воде проектируемых химических предприятий должно тщательно рассчитываться и обосновываться на длительную перспективу.

5. Транспортный фактор. Химическая промышленность все больше превращается в многотоннажную отрасль, приближающуюся по весу выпускаемой продукции к черной металлургии. Наряду с этим многие химические продукты характеризуются сравнительно низкой стоимостью и, следовательно, их перевозка приводит к резкому относительному возрастанию транспортных затрат. Кроме того, многие химические продукты, такие как аммиак, хлор, азотная, соля-

ная и серная кислоты и др., требуют для своей перевозки специализированных дорогостоящих транспортных средств. Все это не может не учитываться при выборе оптимальных географических точек строительства химических предприятий. Также большое влияние на выбор районов и пунктов строительства оказывает плотность потребления продукции проектируемого химического предприятия, т. е. потребление химической продукции на 1 км². С возрастанием плотности потребления снижается объем перевозок, а вместе с этим уменьшаются и транспортные расходы по перевозке продукции к потребителям. Учитывая большое экономическое влияние транспортного фактора на размещение предприятия, необходимо предусмотреть использование для доставки химической продукции к потребителю в каждом конкретном случае наиболее прогрессивных видов транспорта, вызывающих наименьшие издержки. Представляют особый интерес применение трубопроводного транспорта, как наиболее экономичного, более широкое пользование речным транспортом, который почти в два раза дешевле, чем железнодорожный, а также специализированными автомобильными перевозками, позволяющими значительно снизить затраты на погрузочно-разгрузочные работы и др.

6. Экологический фактор. Химическая промышленность оказывает существенное влияние на природную среду. С одной стороны, химическая промышленность обладает широкой сырьевой базой, позволяющей утилизировать отходы и активно использовать вторичное сырье, что способствует более экономному расходованию природных ресурсов. Кроме того, она создает вещества, которые применяют для химической очистки воды, воздуха, защиты растений, восстановления почв. С другой стороны, она сама относится к числу наиболее «грязных» отраслей, воздействующих на все компоненты природной среды, что требует проведения регулярных природоохранных мероприятий. Экологический фактор не только определяет размещение химических предприятий, но и обладает уникальными возможностями использования и переработки любых, даже самых ядовитых отходов. Однако все значимее становится вопрос об утилизации продукции химических предприятий, так как новые вещества и материалы, создаваемые ими, практически не разлагаются.

Внутренняя производственная структура химических предприятий традиционно состоит из основных, вспомогательных, побочных и подсобных цехов, а также комплекса обслуживающих хозяйств.

Состав основных цехов на химических предприятиях напрямую зависит от характера их производственной специализации. Так, к чис-

лу основных цехов суперфосфатных заводов относятся сернокислотный, суперфосфатный цехи; основные цехи шинного завода представлены подготовительным, заготовительным, сборочным цехами и цехом вулканизации и т. д.

Вспомогательные цехи различных химических предприятий по своему составу, как правило, имеют незначительные отличия. К числу таких цехов обычно относятся:

- 1) ремонтно-механический цех;
- 2) транспортный цех;
- 3) энергетический цех;
- 4) ремонтно-строительный цех и т. д.

Побочные цехи химических предприятий обычно осуществляют переработку отходов основного производства, а подсобные цехи специализируются на изготовлении тары для транспортировки и хранения химических продуктов.

В химической промышленности цехи на предприятии создаются по технологическому (деление процесса по стадиям) или по предметному (по выпуску продуктов) принципам. При этом внутрицеховая структура, как правило, строится по стадиям технологического процесса (законченным частям процесса). Например, сернокислотный цех на предприятии организуется по предметной специализации для выпуска серной кислоты. Внутри цеха производственный процесс делится по стадиям технологического процесса, а именно:

- отделение сжигания серосодержащего сырья;
- отделение очистки сернистого газа;
- отделение контактирования, абсорбции.

Деление цехов на участки на химических предприятиях главным образом характерно для вспомогательного хозяйства. В основном производстве участки могут создаваться только на мелких и средних химических заводах с бесцеховой структурой.

В химической промышленности помимо цеховой также распространена корпусная производственная структура, при которой в состав корпуса включается несколько цехов, выпускающих готовую продукцию. Например, на заводах химических реактивов могут быть корпуса неорганических химических реактивов, органических химических реактивов и т. д.

Помимо этого в химической промышленности также существует деление на производства, состоящие из нескольких цехов для выпуска готовой продукции. Такое деление широко используется на комбина-

тах. Например, на современных азотных комбинатах, основанных на комплексном использовании природного газа и общности технологических процессов, выделяются производства азотных удобрений поливинилацетата и др.

Равномерность и бесперебойность работы основных производственных цехов во многом зависит от своевременного обеспечения рабочих мест сырьем, материалами, различными видами энергии, транспортом, от исправности оборудования, т. е. от четкости работы вспомогательных цехов и служб. О значении вспомогательных производств свидетельствует то, что примерно половина стоимости основных средств действующих химических предприятий и 45–50 % работников относятся к вспомогательным производствам и обслуживающим хозяйствам.

Наиболее распространенными вспомогательными цехами являются ремонтно-механический, энергетический и транспортный.

Ремонтно-механический цех химического завода предназначен для ремонта технологического оборудования основных и вспомогательных цехов. В структуру такого цеха могут входить следующие производственные отделения:

- механическое;
- сборочное;
- котельное;
- сварочное;
- кузнечное;
- трубопроводное;
- жестяно-медницкое.

В небольших ремонтно-механических цехах обычно выделяются два отделения:

- механо-сборочное;
- котельно-сварочное.

На предприятиях химической промышленности для каждого вида оборудования действуют единые отраслевые нормы непрерывной работы между ремонтами и нормы простоя их в ремонте. По этим нормам определяется общее количество ремонтов за год для каждой единицы оборудования по каждому виду ремонта в отдельности.

В энергохозяйство крупных химических предприятий входят электростанции, теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), котельные, компрессорные, кислородные и ацетиленовые станции, линии водоснабжения, холодильные установки, канализация, воздушные паровые сети, газовое хозяйство (газогенераторные станции, газовые сети), вентиляция,

электрическое хозяйство с подстанциями, электрическими сетями и аккумуляторным хозяйством, линии связи. Наибольший удельный вес в потребляемой энергии составляет двигательная и технологическая энергия. Организация и планирование энергетического хозяйства на химических предприятиях призваны решать ряд задач, к числу которых наряду с бесперебойным снабжением основного производства энергией также относятся достижение максимальной экономии при производстве, транспортировке и потреблении энергии, наиболее полное использование мощности энергооборудования и снижение себестоимости потребляемой энергии.

26.4. Общая специфика организации и оплаты труда персонала химических предприятий

Отраслевые особенности химической промышленности естественным образом сказываются на характере труда, формах и методах его организации. Труд рабочего-аппаратчика в непрерывном химическом производстве, как правило, сводится к контролю за течением химических реакций и поддержанию установленных технологических параметров. Организация труда по обслуживанию аппаратов непрерывного действия означает прежде всего разработку порядка ведения процесса, т. е. установление состава функций, их количества, продолжительности одного элемента работы. При обслуживании аппаратов периодического действия труд рабочего сводится к подготовке сырья и материалов, а также аппарата к работе, загрузке сырья и материалов, пуску аппарата, контролю и регулированию процесса, обслуживанию оборудования, выключению аппарата, контролю за качеством продукции, выгрузке и сдаче ее. На формы организации труда рабочих такого рода производств оказывают влияние конструкция оборудования и обусловленная продолжительность операции.

Малогабаритные аппараты, в которых осуществляются скоротечные реакции (до 1 ч), обслуживаются в основном одним рабочим. Например, на заводах по переработке пластмасс несколько литьевых машин обслуживает один аппаратчик. Но трудовой процесс его состоит из многих приемов и является сравнительно интенсивным.

Аппараты большой емкости и значительных габаритов, предназначенные для операций более продолжительного цикла (свыше 1 ч), обслуживаются бригадным методом. При этом многие трудовые приемы механизуются, а технологический процесс регулируется

посредством автоматики. Поэтому трудовых приемов у рабочих здесь немного, но от них требуется постоянное внимание к показаниям сложных приборов.

Химические производства в силу сложности технологических процессов и применяемой аппаратуры требуют высококвалифицированных рабочих. Поэтому на предприятиях химической промышленности должна быть налажена работа по повышению квалификации. Помимо этого для химической промышленности характерен более высокий по сравнению с другими отраслями удельный вес инженерно-технических работников в общей численности персонала (свыше 20 %).

В силу вредных условий труда на химических производствах требуются особый подход к созданию благоприятных условий труда и специальные меры по охране здоровья рабочих, что обуславливает некоторые особенности и в организации заработной платы. В зависимости от различий в тяжести, вредности и опасности работ в химической промышленности установлены три группы ставок оплаты труда: для работ с нормальными, вредными и особо вредными условиями труда.

Основными формами оплаты труда в химической промышленности являются повременная, повременно-премиальная, сдельная.

Повременная оплата в химической промышленности, и особенно повременно-премиальная, наиболее полно отвечает экономическим особенностям основных производств, в которых процесс производства строго регламентирован. В химическом производстве рабочий не может изменить скорость протекания производственного процесса, а должен только поддерживать его в пределах установленного регламента. Он должен получать тем выше вознаграждение, чем лучше будет вести процесс в пределах оптимальных параметров действующего технологического регламента. В связи с этим в химической промышленности труд примерно 65 % рабочих оплачивается по повременно-премиальной системе.

На ряде химических производств и предприятий, особенно в прерывных химических производствах, где подготовительно-заключительные работы характеризуются высокой трудоемкостью, значительное место занимает сдельная оплата труда как наиболее стимулирующая повышение производительности труда.

Повременная форма оплаты труда на химических предприятиях применяется только для инженерно-технических работников, служащих и младшего обслуживающего персонала.

26.5. Особенности производственного нормирования на химических предприятиях

Производственные процессы в химической промышленности регламентируются рядом нормативных параметров, основными из которых являются:

- технически обоснованные нормы выработки, определяющие выработку на основных производственных участках, а также на процессах перемещения материалов, на вспомогательных стадиях производства, сортировки и доставки материалов);

- нормы обслуживания оборудования, определяющие число аппаратов, обслуживаемых одним рабочим или одной бригадой;

- штатные нормативы, определяющие число рабочих соответствующей квалификации, необходимых для осуществления заданного процесса или объема работ;

- нормы расхода сырья и материалов на выпуск продукции.

При установлении норм выработки должны учитываться и показатели, определяющие эффективность процесса. К таким показателям относятся:

- технические нормы использования оборудования, определяющие выпуск продукции каждым аппаратом за час или один аппаратоборот;

- нормы потерь материалов с отходами, например потери серы в серноокислотном производстве с огарками, в грязной кислоте, на контактировании и др.;

- нормы качества продукции и полуфабрикатов, например содержание сернистого ангидрида в печном газе на печах обжига колчедана, содержание и концентрация окислов азота в сернистой кислоте.

Расходные коэффициенты, нормы выхода продукции, нормы потерь и отходов, как правило, находятся в прямой зависимости от качества ведения технологического процесса, от соблюдения установленного технологического режима, т. е. зависят от работников, обслуживающих данный технологический процесс.

Расчет норм расхода и потерь сырья для проектируемого технологического процесса или при его совершенствовании является обязательным элементом перспективной и текущей подготовки производства. Порядок расчета норм расхода сырья может быть различным в зависимости от характера процесса, наличия данных и трудоемкости расчета. Традиционно в химическом производстве используются два основных метода ресурсного нормирования: по затраченному сырью или по готовому продукту.

Рассмотрим *расчет по затраченному сырью* на примере производства контактной серной кислоты из колчедана. В рамках данного метода расчет ожидаемого процента потерь выполняется в следующей последовательности:

1. Определяются абсолютные потери серы в огарке:

$$\Pi_o^S = \frac{Q \cdot l}{100}, \quad (26.1)$$

где Q – вес огарка; l – процент серы, остающейся в огарке.

2. Определяется количество серы, теряемой при промывке печного газа:

$$\Pi_{п.г}^S = \frac{D(100 - m)C_1}{100(C_1 + C_2)}, \quad (26.2)$$

где D – общее количество серы в колчедане; m – потеря серы с огарком; C_1 – концентрация SO_3 в печном газе; C_2 – концентрация SO_2 в печном газе.

3. Определяются потери серы при контактировании:

$$\Pi_k^S = \frac{32 \cdot V_3 \cdot C_3}{22,4 \cdot 100}, \quad (26.3)$$

где 32 – молекулярный вес серы; 22,4 – число Авогадро; V_3 – объем газа, выходящего из контактного аппарата и поступающего в абсорбер; C_3 – концентрация SO_2 в газе, выходящем из контактного аппарата.

4. Определяются потери серы при абсорбции:

$$\Pi_a^S = \frac{32 \cdot V_4 \cdot C_4}{22,4 \cdot 100}, \quad (26.4)$$

где V_4 – объем газа, выходящего из абсорбера; C_4 – концентрация SO_3 в газе, выходящем из абсорбера.

5. Определяется количество полезно используемой серы:

$$P_{общ}^S = K_k^S - \Pi_o^S - \Pi_{п.г}^S - \Pi_k^S - \Pi_a^S - O_k^S, \quad (26.5)$$

где K_k^S – содержание серы в колчедане; O_k^S – остаток серы в колчедане.

Абсолютная величина ресурсных потерь преимущественно определяется в расчете по массе, уносящей теряемое вещество, и по концентрации последнего в уносящей массе. При этом необходимо учи-

тывать, что уносимые вещества являются потерями, когда речь идет об использовании сырья для определенного продукта, однако эти потери во многих случаях улавливаются и поступают на производство других продуктов, для которых они являются исходным сырьем.

Метод *расчета по количеству готового продукта* применяется в случаях, где не всегда или полностью невозможно воспользоваться стехиометрическими уравнениями реакций, определяющими теоретический выход готового продукта. В рамках данного метода расчет ведется от готового продукта к исходному сырью и основывается главным образом на экспериментальных и статистических данных, при помощи которых определяются потери на разных стадиях и операциях процесса производства. Кроме того, дается расчет материалов на единицу основного сырья, например по каучуку в производстве резиновых изделий. Такой порядок расчета применим в производстве изделий из резины и пластмасс.

В качестве примера использования данного метода рассмотрим нормирование расхода сырья на выпуск 1000 кг готового продукта (например, формованных резиновых изделий). Предположим, что потери сырья, считая с конца процесса, определяются следующими величинами в %: 0,5; 0,2; 1,0; 1,5; 1,3; 2,0; 1,5.

Следовательно, на последнюю стадию должно поступить следующее количество полупродукта (полуфабриката):

$$P_k = \frac{1000}{1 - 0,005} = 1005,02 \text{ кг.} \quad (26.6)$$

На вторую от конца операции должно поступить:

$$P_{k-1} = \frac{1005,02}{1 - 0,002} = 1007,03 \text{ кг.} \quad (26.7)$$

Расчет по дальнейшим операциям осуществляется аналогично. В итоге к начальной стадии (седьмой от конца) необходимо иметь 1083,89 кг сырья. Таким образом, ожидаемые потери составят 8,4 %. Общий коэффициент использования сырья в рамках данного метода может быть рассчитан по формуле

$$K_{\Pi}^{\text{общ}} = K_{\Pi}^1 \cdot K_{\Pi}^2 \cdot \dots \cdot K_{\Pi}^k, \quad (26.8)$$

где K_{Π}^i – коэффициенты использования сырья (выхода) по каждой i -й стадии процесса.

С учетом предшествующих расчетов, необходимое количество сырья с учетом регламентированных потерь (норма – брутто) рассчитывается по формуле

$$M_{\text{б}} = \frac{M_{\text{н}}}{K_{\text{п}}^{\text{общ}}}, \quad (26.9)$$

где $M_{\text{н}}$ – количество сырья, непосредственно входящее в готовый продукт.

Для отдельных химических производств нормативные расчеты ресурсопотребления и выхода готовой продукции целесообразно вести не на основе баланса сырья, а по расходу энергии. Для примера рассмотрим нормирование выпуска продукции для электролитического процесса. Для выделения на электродах одного грамм-эквивалента растворенного в электролите вещества необходимо полезно затратить 26,8 ампер-часа электроэнергии. При прохождении тока через электролит часть энергии теряется. Эти потери необходимо учесть. Расчет основывается на определении времени прохождения тока через электролит и на силе тока.

Выход любого вещества (в граммах) за один использованный ампер-час будет равен

$$B = \frac{e}{26,8}, \quad (26.10)$$

где e – грамм-эквивалент вещества.

Исходя из этого типовая формула расчета количества продукции, выпускаемой методом электролиза (в тоннах за установленный период), будет иметь вид:

$$P = B \frac{T \cdot I \cdot N}{10^8}, \quad (26.11)$$

где T – число дней в периоде; I – сила тока, А; N – использование количества электричества, прошедшего через электролит, %.

Переход от этой типовой формулы к выводам для любого конкретного электролитического производства (а в его пределах – для любого вида продукции) состоит в использовании электрохимического эквивалента и определении значений переменных T и N . Например, для электролиза поваренной соли видовая формула расчета количественного выпуска едкого натра будет иметь вид:

$$P = \frac{1,492(24 \cdot A \cdot T - \sum a)I(100 - m - n - p - q - r - x)}{10^8}, \quad (26.12)$$

где P – количество 100%-ного NaOH, производимого методом электролиза; 1,492 – электрохимический эквивалент NaOH; A – число установленных электролитических ванн; T – число дней в периоде; a – планируемые потери времени; I – сила тока, А; m – потери тока вследствие образования гипохлорида, %; n – потери тока вследствие образования хлората, %; p – потери тока вследствие образования в газе CO_2 и O_2 , %; q – потери тока на нейтрализацию хлора, проникающего в катодит, %; r – потери тока на охлаждение гидроокисей тяжелых и щелочных металлов, %; x – прочие потери тока, %.

При расчете норм расхода сырья и материалов необходимо знать, как отражается увеличение нагрузки или недостаточная нагрузка технологического агрегата на материальных затратах. Например, при недостаточной нагрузке сырьем трубчатой печи для нефти расход топлива возрастает. Возрастает он также и при перегрузке печи. В первом случае из-за больших тепловых потерь, а во втором – из-за ухудшения условий использования сырья, повышения температуры дымовых газов. В таких случаях необходим специализированный оптимизационный технико-экономический расчет, позволяющий определить с точки зрения интересов всего производства в целом, на какой норме следует остановиться, и, следовательно, до какой степени целесообразно повышать производительность аппарата.

26.6. Базовые направления повышения эффективности работы химических производств

Важнейшими направлениями научно-технического прогресса в химической отрасли на сегодняшний день являются:

- облагораживание сырья;
- совершенствование технологии (в первую очередь создание ресурсосберегающей и малоотходной технологии, разработка новых катализаторов);
- выпуск новых видов продукции;
- обеспечение необходимых организационно-экономических условий реализации научно-технических достижений.

Основными экономическими результатами направленной подготовки сырья в химической промышленности являются снижение себестоимости производства конечной продукции, ее фондоемкости и

трудоемкости. Во многих подотраслях химической промышленности затраты на сырье превышают 50 %, поэтому качество подготовки сырья оказывает значительное влияние на технико-экономические показатели получения конечных химических продуктов. НТП при подготовке сырья и использовании новых видов сырья чаще всего направлен на повышение концентрации полезного вещества или на снижение содержания примесей в сырье. К этому направлению НТП примыкает и облагораживание сырья. Наиболее характерным примером этого направления в отраслях химического производства является углубление переработки нефти. Серьезные задачи перед наукой и техникой ставит также и четко наметившаяся ориентация на увеличение использования в химической промышленности вторичных ресурсов и отходов производства.

Важнейшими путями совершенствования химической технологии является рост скоростей взаимодействия между предметом и средствами труда и между реагирующими предметами труда; повышение коэффициента полезного действия процессов, машин и аппаратов. В результате химической реакции изменяется не только внешняя форма, но чаще всего и молекулярная структура предмета труда. Скорость химических и физико-химических процессов определяется термодинамическими и кинетическими факторами, характеристиками процессов массо- и теплообмена. Поэтому повышение скоростей химических процессов достигается как за счет увеличения скоростей перемещения материалов, так и за счет подбора оптимальных физико-химических условий проведения процесса. К числу этих физико-химических условий относится увеличение поверхности контакта потоков, улучшение перемешивания, направленное изменение температуры и давления. Эти условия можно оптимизировать по отдельности или совместно.

Показателями прогрессивности технологического процесса в химической промышленности являются скорость и селективность процесса. Повышение скорости химической реакции способствует улучшению технико-экономических показателей процесса: производительности труда, фондоотдачи и оборачиваемости оборотных средств. Повышение селективности химического процесса обеспечивает снижение материалоемкости и энергоемкости продукции и в конечном счете приводит к снижению себестоимости производства. На скорость и селективность процесса, как уже отмечалось, существенное влияние оказывают температура, давление, степень конверсии, а также применение катализаторов.

Особое значение в современных условиях развития химической отрасли имеет применение эффективных катализаторов. Эффективность катализатора определяется его активностью, селективностью, механической прочностью и стабильностью.

Важнейшей задачей химической промышленности является создание ресурсосберегающих технологий, базирующихся на замкнутых кругооборотах сырья и энергии. Реализация подобных технологий невозможна без широкого применения химических методов воздействия, характеризующихся изменением молекулярного состава вещества. В перспективе ставится вопрос о создании комплексов технологических процессов, обеспечивающих безотходное использование сырья, что представляет большую важность и с экономической, и с экологической точки зрения.

Характерным направлением научно-технического прогресса в химической промышленности является расширение диапазона применяемых условий: температур, давления, сред протекания реакций. Все шире используются высокие и низкие температуры, высокое давление и вакуумная техника. Так, применение высоких давлений позволяет повысить производительность аппаратов без увеличения их габаритов за счет ускорения реакции (обычно это относится к процессам в жидкой и газовой фазе). Экономическая эффективность применения повышенных давлений доказана в производстве азотной кислоты, в процессе получения спиртов и альдегидов. Дальнейшее повышение давления в основных технологических установках во многом зависит от технического прогресса в химическом машиностроении, создании более прочных материалов.

Важнейшее направление научно-технического прогресса в совершенствовании технологии химических производств неразрывно связано с переходом от периодических процессов к непрерывным. Химический процесс, представляющий собой цепь последовательно протекающих реакций, по своей природе непрерывен.

Характерной чертой научно-технического прогресса в химических производствах также является переход к прямым одностадийным процессам, что особенно характерно для органической технологии. В последние годы реализованы в крупном промышленном производстве одностадийные процессы получения дивинила из бутана, органических кислот из алкенов, этиленоксида и многих других продуктов.

ТЕМА 27. ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

- Общие особенности организации производственных процессов в нефтепереработке.
 - Специфика пространственного размещения нефтеперерабатывающих производств и особенности построения их внутренней производственной структуры.
 - Концентрация, специализация и комбинирование нефтеперерабатывающих производств.
 - Особенности организации труда в нефтепереработке.
 - Специфика работы вспомогательных хозяйств нефтеперерабатывающих предприятий.
-

27.1. Общие особенности организации производственных процессов в нефтепереработке

Нефтепереработка является одной из ключевых подотраслей топливной промышленности и производит продукцию, которая может служить как для непосредственного потребления (например горюче-смазочные материалы), так и выступать в качестве исходного сырья для предприятий других отраслей, в частности, нефтехимии.

Основные производственные процессы в нефтеперерабатывающей промышленности отличаются рядом специфических особенностей, существенно влияющих на применяемые предприятиями подотрасли формы и методы организации производства.

Первая особенность нефтеперерабатывающего производства состоит в том, что большинство технологических процессов являются непрерывными. К таким процессам относятся, в частности, процессы электрообессоливания, атмосферно-вакуумной перегонки, крекинга, риформинга, алкилирования, изомеризации и др. На нефтеперерабатывающих предприятиях лишь незначительное число технологических процессов являются периодическими (процессы по производству смазок, некоторых катализаторов). Непрерывность основного производства приводит к необходимости иметь резервные реакторы, регенераторы и другое оборудование, иногда целые резервные линии для обеспечения непрерывного выпуска продукции. Примерами могут

служить создаваемые на нефтеперерабатывающих предприятиях резервные линии в производстве полиэтилена, этилового спирта на стадии дегидрирования. Во время остановки одной из линий подключают резервную, поэтому производственный процесс прерывается только в период капитального ремонта. Непрерывность технологических процессов в нефтеперерабатывающей промышленности позволяет организовать производство непрерывно-поточным методом.

Вторая особенность нефтепереработки заключается в выработке из одного и того же исходного сырья нескольких целевых продуктов (бензины, дизельное топливо, керосины и др.) или нескольких полуфабрикатов, входящих в состав готовых продуктов либо поступающих на дальнейшую переработку. Одну и ту же технологическую установку можно использовать для производства компонентов разных товарных продуктов или полуфабрикатов различного качества. Так, на установке селективной очистки можно перерабатывать и дистиллятное, и остаточное сырье, на атмосферно-вакуумной установке можно выработать компонент бензина, керосин, дизельное топливо, вакуумный газойль и мазут или компонент бензина, лигроин, дизельное топливо, масляные дистилляты, гудрон и др. В большинстве случаев смешение готовой продукции возможно различными способами.

Третья особенность нефтеперерабатывающего производства состоит в получении готовой продукции путем смешения полуфабрикатов. Лишь небольшое число продуктов, преимущественно нефтехимических, являются готовыми: бензол, ксилол, сера, серная кислота, полиэтилен, нефтебитум, кокс, керосины и др. Основную массу топлив и масел получают смешением.

Четвертая особенность производства в нефтепереработке – это относительно короткий производственный цикл, в значительной мере обусловленный непрерывностью процесса. Длительность реакции измеряется минутами, а часто и долями секунды, и одновременно с реакцией происходит перемещение реагирующих масс, осуществляется контроль производства.

Пятая особенность нефтеперерабатывающего производства заключается в значительных затратах на содержание вспомогательного хозяйства, что объясняется большой потребностью в энергии, необходимостью ремонтировать оборудование на месте, обширной номенклатурой выпускаемой продукции и условиями ее хранения, постоянной потребностью в проведении различных строительномонтажных работ, транспортных средствах особого назначения и т. д.

Шестая особенность нефтепереработки заключается в том, что предмет труда удален от исполнителя, контроль за ходом производства осуществляется по показаниям контрольно-измерительных приборов и данным анализов качества полуфабрикатов. В связи с этим в составе нефтеперерабатывающих предприятий есть специальные подразделения по обслуживанию, ремонту и совершенствованию контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА), а также лаборатории контроля качества полуфабрикатов.

Седьмая особенность нефтеперерабатывающего производства состоит в повышенной пожаро- и взрывоопасности производственных процессов. По этой причине размеры цехов и подразделений обычно ограничиваются и на всех нефтеперерабатывающих предприятиях создаются специальные службы по охране труда и обеспечению безопасности работы.

27.2. Специфика пространственного размещения нефтеперерабатывающих производств и особенности построения их внутренней производственной структуры

Для всех отраслей народного хозяйства существуют единые принципы пространственного размещения производств. К таким принципам традиционно принято относить:

- приближение промышленных предприятий к источникам сырья, энергии и районам потребления готовой продукции;
- рациональное производство между экономическими районами в сочетании с комплексным развитием хозяйства этих районов;
- учет природно-климатических условий и т. д.

Вместе с тем для каждой отрасли также существуют и специфические факторы размещения. На выбор места строительства нефтеперерабатывающих предприятий в значительной мере влияют плотность и структура потребления нефтепродуктов. *Плотность потребления нефтепродуктов* – это среднее его количество, которое потребляется на территории, прилегающей к нефтеперерабатывающему предприятию, в расчете на 1 км площади. Под *структурой потребления нефтепродуктов* понимается соотношение между отдельными его видами, потребляемыми на территории, прилегающей к предприятию. Для размещения нефтеперерабатывающего предприятия благоприятным считается район, в котором плотность потребления нефтепродуктов выше, чем в других районах, а структура их по-

ребления больше соответствует принятому направлению переработки нефти.

В химической промышленности постоянно возрастает потребление нефтепродуктов в качестве сырья, поэтому на размещение нефтеперерабатывающих предприятий влияют условия кооперирования и комбинирования нефтеперерабатывающих и химических предприятий. Необходима также близость к источникам топлива, энергии и воды.

При размещении нефтеперерабатывающих предприятий следует учитывать способ транспортирования нефти и нефтепродуктов (водный, трубопроводный, железнодорожный или автомобильный транспорт). В настоящее время наиболее экономичными являются трубопроводный и водный транспорт, что необходимо иметь в виду при принятии решений о концентрации нефтеперерабатывающего производства. Производственная структура большинства нефтеперерабатывающих предприятий строится по цеховому принципу и, в зависимости от масштабов и степени концентрации производства, может состоять из двух, трех или четырех иерархических уровней (рис. 27.1).

Первичной производственной структурной единицей в нефтепереработке является технологическая установка по выработке определенной продукции (полуфабриката) или производственный участок по обслуживанию контрольно-измерительных приборов, энергосистем, ремонту отдельных видов оборудования и проч. В зависимости от характера производственного процесса технологические установки могут выступать либо самостоятельными структурными единицами, либо объединяться в основные цехи.

Число основных производственных подразделений (установок или цехов) зависит от мощности предприятия, сложности его технологической схемы, характера специализации и комбинирования, рельефа местности. Как правило, в составе самостоятельного нефтеперерабатывающего завода средней мощности формируется 8–12 технологических цехов. К их числу относятся цехи по подготовке и первичной переработке нефти, цехи каталитического риформирования и гидроочистки, цехи по производству масел и др.

Вспомогательные подразделения нефтеперерабатывающих предприятий обычно представлены энергетическими, ремонтно-механическими, ремонтно-строительными и товарно-сырьевыми цехами, а также цехами КИПиА.

Обслуживающие подразделения нефтеперерабатывающих производств включают лаборатории технического контроля, транспортные службы и др. В некоторых случаях в составе нефтеперерабатывающих предприятий также формируются побочные подразделения, связанные с переработкой отходов производства (щелочных отходов, кислого гудрона).

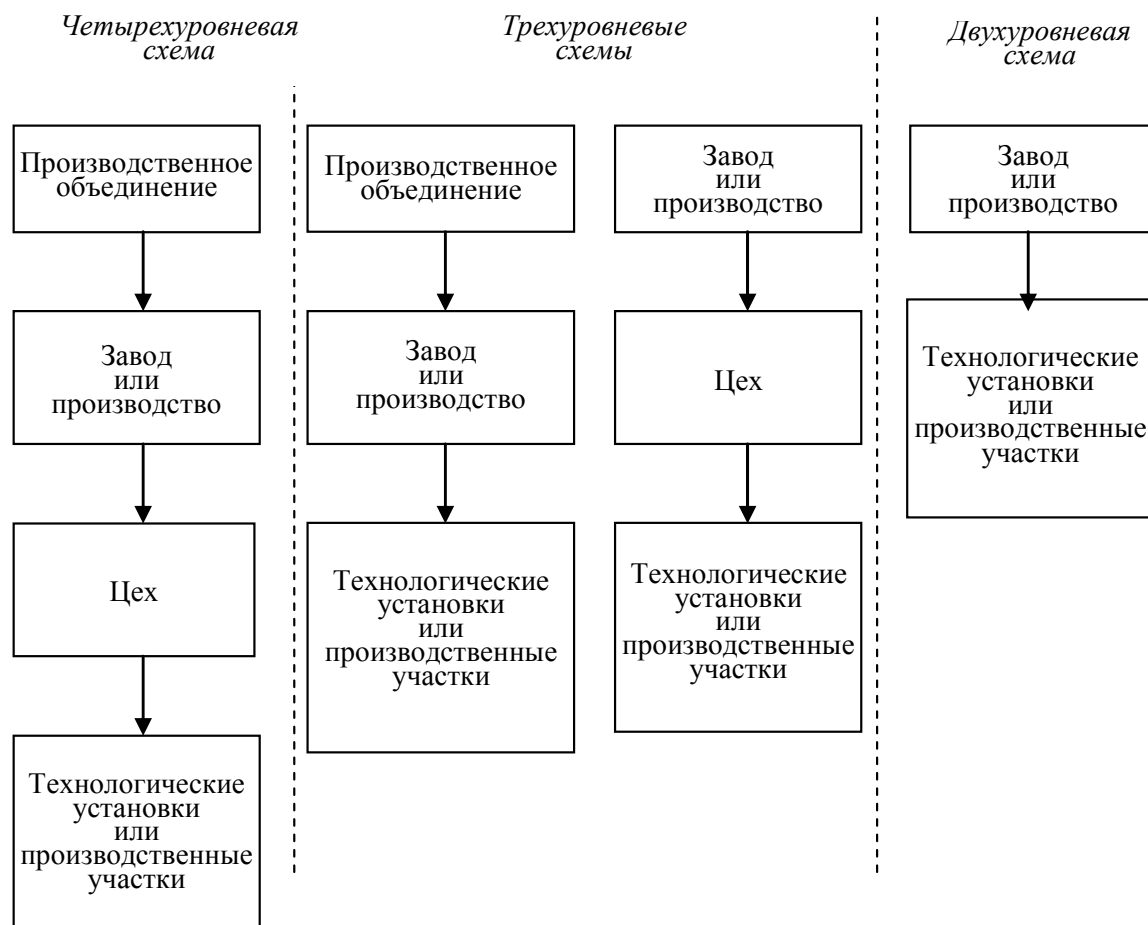


Рис. 27.1. Типовые схемы производственной структуры нефтеперерабатывающих предприятий

Число вспомогательных и обслуживающих подразделений также зависит от мощности предприятия и сложности его технологической схемы.

Производственная структура нефтеперерабатывающих предприятий определяется на стадии их проектирования, однако впоследствии может совершенствоваться и развиваться. Совершенствование производственной структуры нефтеперерабатывающих предприятий предполагает правильное определение размера предприятия, его специализации, принципа построения и состава цехов, повышение степе-

ни автоматизации, более широкое развитие комбинирования и кооперирования, улучшение структуры производственных процессов. Совершенствованию производственной структуры предприятия и организации производства предшествует их анализ, в первую очередь оценка организационного уровня предприятия. Для этого можно использовать такие показатели, как пропорциональность средств труда, пропорциональность живого труда, ритмичность производства, использование средств труда и численность работающих, число структурных подразделений и их взаимосвязь.

27.3. Концентрация, специализация и комбинирование нефтеперерабатывающих производств

Основными формами организации производства в нефтепереработке являются концентрация, специализация и комбинирование.

Концентрация производства – это сосредоточение на одном предприятии или в его подразделениях больших количеств средств производства, рабочей силы и выпуска продукции. На крупных нефтеперерабатывающих предприятиях создаются предпосылки для сооружения мощных технологических установок, внедрения мощного оборудования, эффективного использования новейших достижений науки и техники, оптимизации использования сырьевых ресурсов. Так, при мощности установки пиролиза 100 тыс. т по сырью нельзя организовать переработку образующейся побочной продукции (смолы пиролиза, дивинильной фракции) из-за незначительных ее количеств. Если же мощность будет в 5–10 раз выше, то на предприятии можно будет производить как мономеры (этилен, пропилен, бутилены), так и побочную продукцию.

Укрупнение нефтеперерабатывающих предприятий положительно влияет на развитие нефтехимических производств, на комбинирование последних с нефтепереработкой, так как это способствует концентрации сырьевых ресурсов. Экономия от укрупнения здесь особенно велика из-за высокой капиталоемкости этих производств. Однако создание очень крупных предприятий может иметь и отрицательные последствия. Прежде всего это увеличение сроков строительства и радиуса перевозок. Последний аспект может привести к существенным транспортным расходам, которые будут возрастать при большой выработке темных нефтепродуктов, доставляемых железнодорожным или водным транспортом. Поэтому вопрос о мощности предприятия должен решаться с учетом всех факторов. Экономия от

укрупнения должна превышать рост затрат на транспортировку, а также дополнительные расходы, связанные с увеличением срока строительства и усложнением управления. Следует отметить, что повышение уровня автоматизации производства, внедрение прогрессивных методов строительства, увеличение межремонтных пробегов установок расширяют пределы укрупнения.

Концентрация производства в нефтепереработке осуществляется по трем основным направлениям: увеличение мощности предприятия, технологических установок и агрегатов, производственных подразделений. Укрупнение подразделений, как и предприятий, приводит к значительному улучшению производственной структуры предприятия (сокращается число подразделений, а следовательно – снижаются численность цехового персонала, цеховые расходы, упрощается учет). Вместе с тем укрупнение подразделений имеет свои пределы, связанные с усложнением системы управления.

Специализация предполагает закрепление за предприятием, заводом, цехом, производственным участком или рабочим местом производства определенного вида продукции, полуфабрикатов или выполнения отдельных операций. Как правило, она осуществляется одновременно с концентрацией производства, создает условия для внедрения передовой техники и технологии, улучшения качества продукции, повышения производительности труда, снижения себестоимости. Специализация может быть технологической, предметной и поддетальной.

Технологическая специализация заключается в выделении заводов, цехов или участков, специализированных на выполнении определенных технологических операций, и связана с разделением производственного процесса на ряд однородных технологических стадий, различающихся технологией, оборудованием и квалификацией обслуживающего персонала. В нефтеперерабатывающей промышленности по такому принципу выделяют цехи подготовки сырья, прямой перегонки, крекирования и др. Технологическая специализация создает благоприятные условия для управления производством, специализации обслуживающего персонала, рационализации производства. Ее основные недостатки заключаются в необходимости организации большого числа производственных подразделений, увеличении размера внутризаводских передач, а также площади, занимаемой предприятием. Кроме того, при данной форме специализации возможны нарушение пропорций в пропускной способности технологических

установок, а следовательно, выработка менее качественной продукции (если мощность установок по прямой перегонке выше, чем последующих) либо простой установок (если мощность последующих установок больше, чем предыдущих).

Предметная специализация предполагает выделение заводов, цехов или производственных участков, специализированных на выпуске определенных видов готовой продукции и включающих все последовательные стадии обработки предмета труда до получения готового продукта. По сравнению с технологической предметная специализация обеспечивает непрерывную, ритмичную работу, получение высококачественной продукции, уменьшение числа производственных подразделений, сокращение производственного цикла.

Подетальная специализация основана на выделении цехов или участков для производства отдельных деталей либо их частей. В нефтеперерабатывающей промышленности такая специализация возможна только во вспомогательном производстве.

Комбинирование предполагает объединение в единую цепочку нескольких различных производств. Оно в наибольшей степени соответствует специфике нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности и может быть как внутриотраслевым (создание комбинатов на базе одновременного использования мономеров и побочной продукции), так и межотраслевым (создание на нефтеперерабатывающем заводе производств полипропилена, полиэтилена, серы, серной кислоты, моющих средств и т. д.).

При сооружении комбинированных предприятий обеспечивается более полное использование сырья, чем на самостоятельных заводах. Большой выигрыш также можно получить от создания единого общезаводского хозяйства. Расчеты показывают, что в результате комбинирования нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств капитальные вложения на 1 т готовой продукции снижаются в среднем на 15–20 %. При этом в результате использования отходов химических производств уменьшается себестоимость моторных топлив.

Комбинирование в наибольшей мере отвечает специфике нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. Оно позволяет полнее использовать сырье, сократить его расход, уменьшить число стадий переработки и складские запасы, снизить затраты на транспортировку сырья и полуфабрикатов. При комбинировании также достигается непрерывность потока, часть оборудования совмещается, снижаются капитальные вложения, эксплуатационные затраты, численность

обслуживающего персонала. Экономия капитальных вложений достигается в результате сокращения резервуарных парков, трубопроводов, наружных сетей и общестроительных работ. Численность обслуживающего персонала уменьшается благодаря централизации управления, более компактному расположению оборудования и аппаратов, сокращению резервуарных парков, паропроводов и прочих коммуникаций. Экономия пара, электроэнергии, охлаждающей воды обеспечивается за счет осуществления непрерывного потока продуктов на установках, что приводит к уменьшению нагрева и охлаждения.

При определении экономической эффективности комбинирования необходимо учитывать не только снижение затрат, но и повышение сложности управления предприятием и его организационной структуры. Комбинирование эффективно, если в его рамках объединяются процессы, технологически родственные и основанные на комплексном использовании сырья, например производства продуктов из этилена, пропилена, бутиленов, смол пиролиза; производства продуктов из ацетиленов и аммиака и метанола; производства синтетического каучука и метанола; производства синтетического каучука и полибутилена при совместном получении дивинила и бутилена. Однако при комбинировании разнохарактерных производств технико-экономические показатели существенно ухудшаются. Так, малоэффективным является объединение процессов получения пластмасс и их переработки в готовые изделия.

27.4. Особенности организации труда в нефтепереработке

Как и в других фондоемких отраслях промышленности, предполагающих работу с крупными технологическими агрегатами, организация труда в нефтепереработке преимущественно ориентирована на бригадные формы работы.

В нефтепереработке в основном производстве для обслуживания установок создаются сквозные специализированные бригады в составе старших операторов, операторов и их помощников, машинистов, насосчиков, слесарей и других работников. Возглавляет бригаду старший оператор или начальник смены. Одну установку в зависимости от длительности рабочего дня обслуживают четыре или пять бригад. В отдельных случаях для обслуживания установки или даже цеха возможно создание единой бригады. Бригадиром в этом случае является начальник цеха. Такая бригада делится на звенья для обслуживания установки (цеха) по сменам. В состав бригады включают и вспомогательных рабочих (слесарей, рабочих по обслуживанию КИПиА и др.).

Бригадная форма организации труда принята также и при ремонте и монтаже технологических установок. При этом бригады могут быть специализированными и комплексными. Первые создают обычно в специализированных ремонтных цехах предприятия, вторые – в технологических цехах, что связано с объемом проводимых работ. Создание комплексных бригад, как правило, обеспечивает ускорение ремонта, повышение его качества, большую взаимозаменяемость, уменьшение нерациональных затрат рабочего времени.

Производительность труда в нефтепереработке во многом зависит от условий, в которых работает исполнитель. Под такими условиями понимаются рациональность и четкость организации рабочего места, обеспечение его необходимыми сырьем, энергией, контрольно-измерительными приборами и средствами автоматизации и т. д., установление рациональных режимов работы и отдыха, правильная организация сменной работы, создание благоприятной производственной обстановки, укрепление трудовой дисциплины.

Организация рабочих мест. Рабочим местом называется пространственно ограниченный участок производственной площади, который оснащен оборудованием, приспособлениями и инструментами и используется одним или группой рабочих для выполнения определенных работ. В нефтеперерабатывающем производстве рабочие места могут быть стационарными, маршрутными и передвижным. Стационарным рабочее место считается в том случае, когда рабочий выполняет определенную работу, находясь на одном месте (место оператора у пульта управления, станочника, насосчика и др.); маршрутным – когда рабочий для выполнения работы вынужден передвигаться (рабочее место помощника оператора, прибориста, электрика, пробоотборщика, товарного оператора по внутривоздушным перекачкам и др.); передвижным – когда рабочий, двигаясь, выполняет работу (водители кранов, машин и др.). По характеру обслуживания рабочие места делятся на аппаратурные (обслуживание технологических установок водозаборов, насосных, электроподстанций и др.), машинно-ручные и ручные. По числу обслуживаемых установок рабочее место может быть одноагрегатным и многоагрегатным. В нефтепереработке и нефтехимии многоагрегатным считается рабочее место слесаря, прибориста, электрика, обслуживающих две или более установок. По степени специализации рабочие места делятся на специализированные и универсальные, по степени кооперации – на индивидуальные и бригадные.

Рабочее место определяют при установлении рациональных форм разделения труда на основе изучения производственного процесса, выявления точек, которые необходимо контролировать, видов работ и затрат времени на выполнение работы каждого вида, бюджета рабочего времени рабочих. Организация рабочего места предусматривает:

- совершенствование конструкций пусковых и приемных устройств, запорных, крепежных приспособлений, приборов управления установками и т. д.;

- целесообразное расположение материальных средств в целях обеспечения доступности для управления и ухода, удобства и безопасности работы, рациональное расположение приборов на щите, препятствующее рассеиванию внимания и возникновению перенапряжения;

- поддержание порядка и чистоты;

- обеспечение надежных санитарно-гигиенических и безопасных условий труда (нормальная температура и чистота воздуха и др.).

Организация сменной работы. Для обеспечения непрерывности нефтеперерабатывающего производства на предприятиях отрасли организована круглосуточная посменная работа. При шестичасовом рабочем дне организуются четыре смены, семичасовом – три смены по 8 ч, а переработку персонала компенсируют дополнительными днями отдыха.

Создание условий для высокопроизводительной работы связано с правильной организацией и чередованием работы и отдыха. С этой целью составляют графики сменности, обеспечивающие сохранение работоспособности, здоровья и всестороннее развитие трудящихся. Графики составляют, исходя из среднемесячной нормы с учетом установленной законодательством продолжительности рабочего дня, особенностей производства, равномерности чередования работы и отдыха, наличия благоприятных условий для использования свободного времени. Чередование смен может быть прямым и обратным, что существенно влияет на перерывы между сменами. Перерывы внутри смен в нефтепереработке не предусматриваются. Длительность перерывов входит в счет рабочего времени, при этом рабочие подменяют один другого.

При семичасовом рабочем дне наиболее целесообразен четырехбригадный график с прямым чередованием смен через два дня. В тех

случаях, когда в непрерывных производствах можно предоставить рабочему получасовой перерыв (прибористы, электрики, лаборанты и др.), работы ведут по тем же четырехбригадным графикам, но с продолжительностью смены 7,5 ч. При шестичасовом рабочем дне в непрерывном производстве круглосуточная работа обеспечивается введением пятибригадного графика обслуживания с прямым чередованием смен.

Для нормального использования рабочего времени при семичасовой смене и четырехбригадном графике в технологических бригадах предусматриваются рабочие для подмены, при шестичасовой смене и пятибригадном графике предполагается привлечение рабочих для замены больных или не вышедших на работу по другим причинам.

Во вспомогательных и обслуживающих подразделениях нефтеперерабатывающих предприятий, где возможен перерыв трудового процесса, обычно организуется пятидневная рабочая неделя с двумя днями отдыха и, в зависимости от характера производственного процесса, работа может быть организована в одну, две и даже три смены. Многосменная работа организуется обычно в период ремонтов крупных технологических установок для минимизации их простоев.

Обеспечение безопасности труда. Для нефтеперерабатывающих предприятий, где производственные процессы взрывоопасны, обеспечение безопасных условий труда особенно актуально. Правильная организация труда предусматривает постоянный контроль за его условиями и разработку специальных мероприятий по устранению каждого случая возникновения опасных ситуаций. К таким мероприятиям относятся:

- повышение уровня автоматизации производства в целях ликвидации доступа человека в места с опасными условиями труда;
- повышение уровня механизации;
- создание различного рода ограждений;
- рациональное устройство зданий, вентиляции, отопления, тепло- и звукоизоляции;
- обеспечение дублирования в работе;
- регламентация труда и отдыха.

На нефтеперерабатывающих предприятиях особое внимание уделяют оформлению операторных, так как труд основных категорий персонала (операторов) преимущественно связан с пассивным наблюдением за работой технологических установок.

27.5. Специфика работы вспомогательных хозяйств нефтеперерабатывающих предприятий

Для обеспечения нормального протекания производственных процессов на нефтеперерабатывающих предприятиях создаются разнообразные вспомогательные службы, выполняющие работы по транспортированию и хранению сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, ремонту и поддержанию оборудования в работоспособном состоянии, снабжению производственных подразделений энергией всех видов, обслуживанию КИПиА и т. д. Доля вспомогательных подразделений на нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях весьма значительна и достигает в стоимости основных фондов и численности работающих примерно 50–60 %, в эксплуатационных затратах – 15–30 %. В связи с этим совершенствование организации и технической оснащённости вспомогательных работ является важным резервом повышения эффективности нефтеперерабатывающих производств.

Организация ремонтного хозяйства. На нефтеперерабатывающих предприятиях ремонтное хозяйство состоит из общезаводских ремонтных подразделений, служб главного механика, главного энергетика (ремонт электрооборудования) и главного прибориста (ремонт КИПиА). В зависимости от размера нефтеперерабатывающего предприятия, обуславливающей нормативную численность ремонтного персонала, рекомендуются три типа структур ремонтного хозяйства. На предприятиях с нормативной численностью централизованного в одном подразделении ремонтного персонала 500 человек и более целесообразно создание специализированного ремонтного производства; с нормативной численностью от 100 до 499 человек – формирование ремонтно-механического цеха; до 100 человек – организация ремонтно-механического участка.

Технический надзор за работой технологического оборудования, его состоянием и ремонтом осуществляет отдел технического надзора, находящийся в составе службы главного механика. Работники этого отдела принимают оборудование после ремонта, проверяют правильность проведения ремонтов и документации, проводят ревизии и испытания оборудования, осуществляют надзор за техническим состоянием установок, машин, оборудования, зданий, сооружений.

Эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт оборудования в нефтепереработке, как и во многих других отраслях, проводят на основе системы планово-предупредительного ремонта (ППР).

Межремонтное обслуживание в данной системе включает регулярный наружный осмотр оборудования, смазку, обтирку, чистку и проверку исправности всех машин, аппаратов, арматуры и трубопроводов, наблюдение за работой системы охлаждения, проверку наличия и исправности ограждений, надзор за правильной эксплуатацией оборудования и мелкий ремонт (подтяжка сальников, болтов, замена прокладок и т. д.). Оно осуществляется обслуживающим персоналом соответствующей технологической установки (дежурные слесари, электрики, прибористы). Отклонения и неисправности в работе оборудования фиксируют в вахтенном журнале и немедленно устраняют. Периодический осмотр проводят слесари цеха совместно с работниками технического надзора под руководством старшего механика цеха и механика установки в целях проверки состояния оборудования и выяснения объема работ по подготовке к капитальному ремонту.

Текущий ремонт включает тщательную проверку и замену быстроизнашивающихся узлов и деталей. Текущий ремонт насосно-компрессорного оборудования выполняют без остановки технологической установки (при наличии резервного оборудования), остального оборудования – при полной его остановке. При наличии резервного основного оборудования (реакторов, регенераторов и др.) текущий ремонт можно проводить без остановки установки. Длительность ремонта зависит от сложности установки и составляет в среднем 120 ч.

Капитальный ремонт предполагает полную разборку установки, ремонт и замену всех изношенных деталей и узлов, сборку и испытание в соответствии с техническими условиями. В результате капитального ремонта восстанавливают первоначальные характеристики установки. При этом можно модернизировать оборудование, заменить отдельные аппараты более производительными и экономичными. Капитальный ремонт проводят при полной остановке технологической установки или производства. Длительность его составляет в среднем 600 ч.

На основе анализа и обобщения накопленного нефтеперерабатывающими и нефтехимическими предприятиями опыта эксплуатации оборудования, организации его ремонта и межремонтного обслуживания, результатов внедрения организационно-технических мероприятий, направленных на повышение надежности и безопасности работы оборудования, опыта работы технологических установок при увеличенных межремонтных пробегах разработаны нормативы работы и простоя оборудования и типовых технологических устано-

вок. Нормативы простоя установок в ремонте, подготовки и пуска после ремонта установлены в соответствии с простоями основного оборудования, лимитирующего простой установок, с учетом технологического регламента и правил техники безопасности.

При планировании ремонтных работ на нефтеперерабатывающих предприятиях составляют следующие основные документы:

- годовой план-график ремонта оборудования;
- месячный график планово-предупредительного ремонта оборудования;
- график ремонта технологических установок;
- ведомость работ, подлежащих выполнению во время ремонтов;
- сметы на капитальный ремонт;
- план ремонтно-механического цеха на изготовление запасных частей;
- план работ по совершенствованию ремонтной службы;
- сметы затрат цехов ремонтной службы.

В годовом плане-графике планово-предупредительного ремонта оборудования технологической установки, цеха и предприятия в целом с учетом сроков и видов ремонта в предшествующем году определяют виды и сроки ремонта по месяцам и затраты времени на ремонт по нормативам.

Цеховые планы-графики служат исходным документом для составления сводного плана-графика ремонта оборудования по предприятию, который утверждается руководством предприятия и согласуется с подрядной ремонтной организацией. На основе годовых планов-графиков ремонта оборудования составляют годовые графики ремонта технологических установок, месячные графики их остановки на ремонт, месячный график планово-предупредительного ремонта оборудования.

В ведомости работ, подлежащих выполнению во время ремонтов, приводят описание ремонтных работ по видам, расчет потребности в материалах для ремонта и стоимости ремонтных работ, указывают время передачи оборудования в ремонт и ответственных исполнителей. К ведомости прилагают подробную заявку на необходимые материалы, арматуру и запасные части, а также схемы и рабочие чертежи, утвержденные главным инженером. Остановку технологических установок на ремонт и окончание ремонта оформляют актами. Выполненные профилактические ремонтные работы учитывают в цеховых паспортах-журналах.

Смету на ремонт составляют за 60 дней до начала капитального ремонта, исходя из стоимости работ по расценкам с учетом стоимости монтажных, строительных и других специальных работ. Смету утверждает руководитель предприятия.

Остановку технологических установок на ремонт и окончание ремонта оформляют актами, которые составляет комиссия. Эти акты подписывают начальник и механик установки (цеха) и утверждает главный инженер, а для отдельного оборудования – главный механик предприятия.

Для ремонтных цехов (ремонтно-механического, ремонтно-строительного и др.) кроме перечисленных документов рассчитывают смету расходов в целом по каждому цеху.

Плановые документы являются одновременно и отчетными, так как ремонты носят предупредительный характер и выполняются строго по плану с обязательным проведением всех работ, предусмотренных нормативами и выявленных при ревизии оборудования.

Организация энергетического хозяйства. Для обеспечения электро- и теплоэнергией, водой, очистки и удаления сточных вод на нефтеперерабатывающих предприятиях имеются специальные технические средства: подстанции, преобразователи энергии, электросети, аккумуляторы, силовые установки, паропроводы, емкости пара, водозаборные сооружения нескольких каскадов, водонапорные резервуары, насосные, кондиционирующие устройства, охлаждающие устройства, очистные сооружения, сеть водопроводных и канализационных труб и др. Эти средства образуют энергетическое хозяйство предприятия, для обслуживания которого создаются специальные энергетические цехи, в частности: цехи электро-, паро-, водо-, воздухоснабжения, очистных сооружений. Каждый цех осуществляет уход, надзор за соответствующими энергетическими устройствами и их ремонт, для чего в цехах создаются группы эксплуатации и ремонта.

Энергетическое хозяйство нефтеперерабатывающего предприятия возглавляет главный энергетик, который с подчиненными ему службами руководит эксплуатацией всех энергетических устройств и коммуникаций, контролирует работу и состояние энергоприемников, разрабатывает удельные нормы расхода энергии, планирует производство и потребление энергии, обеспечивает непрерывное повышение эффективности работы этих цехов, разрабатывает и заключает договоры с ТЭЦ.

Потребность в энергии каждого вида рассчитывают по каждой технологической установке с помощью формул следующего типа:

$$\Pi_{\text{э}} = n_{\text{э}} \cdot V_{\text{пл}}, \quad (27.1)$$

где $\Pi_{\text{э}}$ – плановая потребность в энергии рассматриваемого вида; $n_{\text{э}}$ – установленная удельная норма расхода энергии рассматриваемого вида на единицу объема работ; $V_{\text{пл}}$ – плановый объем работ на рассматриваемый период.

Производственное потребление энергии определяют суммированием расхода энергии по всем технологическим установкам и объектам вспомогательного хозяйства. Полную потребность в каждом виде энергии, а также по каждому параметру отдельного вида энергии рассчитывают с учетом потребности на отопление, вентиляцию, хозяйственно-бытовые нужды и потерь при передаче энергии по заводским коммуникациям.

Энергетические затраты составляют значительную величину в себестоимости продукции. Их доля в затратах на обработку (без стоимости сырья) колеблется по процессам в пределах 30–50 %. Поэтому в отрасли ведется постоянная работа по снижению энергозатрат на базе технического перевооружения предприятий: внедряются новые энергосберегающие технологические процессы, высокопроизводительные и комбинированные установки, современные вторичные процессы производства нефтепродуктов, АСУТП, новое энергоэкономное оборудование, приборы регулирования, учета и контроля. Кроме того, проводят мероприятия:

- по более широкому использованию вторичных энергоресурсов (потенциал энергии горячих потоков используется лишь на 45–50 %);
- сбору и возврату конденсата (так как цена на пар снижается в зависимости от количества возвращаемого конденсата, его параметров и степени чистоты);
- выравниванию нагрузки, для чего периодически проверяют необходимость увеличения мощности, отключают и опечатывают избыточную мощность, заменяют не догруженные трансформаторы менее мощными и др.;
- организации строгого учета расхода энергии, для чего у всех установок-потребителей устанавливают счетчики;
- сокращению потерь и др.

Организация товарно-сырьевого хозяйства. Для контроля качества поступающего сырья, его учета и хранения, определения коли-

чества и качества передаваемых из цеха в цех полуфабрикатов, получения товарной продукции смешением, установления качества готовой продукции, хранения и сдачи ее органам сбыта, отгрузки и оформления необходимых документов на предприятиях создают специализированные подразделения: товарно-сырьевые цехи в составе заводов или товарно-сырьевые базы в составе объединений. Эти подразделения связаны со всеми другими подразделениями предприятия, сбытовыми организациями, органами железнодорожного и водного транспорта и со станциями перекачек. Они согласуют с транспортными и сбытовыми организациями планы и графики отгрузки готовой продукции по количеству и ассортименту.

На некоторых предприятиях все товарные операции осуществляет товарно-сырьевой цех, на других для внутризаводских передач создают товарные группы в основных производственных подразделениях.

Централизация товарных операций в одном подразделении дает значительный эффект: уменьшается численность работников товарных групп, обслуживающих внутризаводские передачи, сокращается объем внутризаводской документации, повышается оперативность. Однако из-за рассредоточенности технологических объектов и большого объема работ централизация не всегда возможна.

Работу товарно-сырьевого цеха планируют в соответствии с планом товарных операций, в котором определяют число, ассортимент и направления перекачек, количество и ассортимент сдаваемой продукции. В плане выделяют операции по приему сырья, производству, хранению и перекачкам, компаундированию и смешению, сбыту продукции. От четкости работы этого подразделения зависит обеспеченность установок сырьем, квалифицированное использование полуфабрикатов и приготовление готовой продукции.

Улучшение работы товарно-сырьевого цеха связано:

- с полной автоматизацией работ по замеру уровней, переключению резервуаров и смешению готовой продукции;
- совершенствованием структуры и упрощением операций по приему и хранению;
- более широким развитием прямых передач без промежуточных емкостей;
- улучшением конструкций и защиты резервуаров и др.

ТЕМА 28. ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ДЕРЕВООБРАБОТКИ

- Структура, значение и формы организации производственного процесса в деревообрабатывающей отрасли.
 - Построение производственного процесса деревообрабатывающих предприятий в пространстве и во времени.
 - Алгоритмы разработки производственной программы деревообрабатывающих производств.
 - Особенности оперативного планирования производства в деревообработке.
 - Базовые направления повышения эффективности производственных процессов в деревообработке.
-

28.1. Структура, значение и формы организации производственного процесса в деревообрабатывающей отрасли

Производственные предприятия, связанные с заготовкой и переработкой древесины, объединяются в одну комплексную отрасль с общим названием «лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность». В составе этой укрупненной отрасли наиболее важную роль играет подотрасль с названием «деревообрабатывающая промышленность».

Деревообрабатывающая промышленность – это совокупность специализированных производственных предприятий и объединений, выпускающих из древесного сырья путем механической или химико-механической обработки продукцию производственно-технического назначения (пиломатериалы, фанеру, древесные плиты и т. д.) и товары народного потребления (мебель, спички, лыжи и др.). Деревообрабатывающая промышленность включает в себя следующие основные виды производств:

- лесопильное производство;
- производство деревянных стандартных домов;
- производство строительных деталей из древесины и плит на древесной основе;
- производство фанеры;
- производство деревянной тары;
- мебельное производство;

– прочие деревообрабатывающие производства (производство черновых и чистовых заготовок, древесной муки, спортивных и музыкальных изделий из древесины, спичек, ремонт мебели, товаров народного потребления и др.).

Деревообрабатывающая промышленность занимает важное место в народном хозяйстве, поскольку ее продукция используется как в других производственных отраслях в качестве сырья, так и в сфере конечного потребления в качестве готовых изделий. Продукция деревообработки используется в промышленном и гражданском строительстве, угольной промышленности, судостроении, вагоностроении. Деревянную тару потребляют рыбная, легкая и пищевая промышленность, сельское хозяйство. Предприятия деревообрабатывающей промышленности в значительной мере обеспечивают сырьем целлюлозно-бумажную и гидролизную промышленность. Помимо этого деревообрабатывающая промышленность обеспечивает население мебелью, спичками, лыжами и другими товарами народного потребления из древесины.

В Республике Беларусь в отрасль деревообрабатывающей промышленности входит более 300 предприятий, на которых занято около 12 % общей численности промышленно-производственного персонала отечественной промышленности и сконцентрировано около 4 % основных промышленно-производственных фондов. Отрасль отличается невысокой степенью концентрации производства (8 крупнейших предприятий обеспечивают около 30 % общего объема выпуска продукции), что связано с небольшими масштабами большинства предприятий и мелкосерийным типом их производства. Отраслевое производство отличается достаточно высокой степенью трудоемкости (производительность труда в деревообработке составляет около 60 % от среднего по промышленности уровня) и материалоемкости (доля материальных затрат в себестоимости производимой продукции составляет около 65–70 %).

Организация производственного процесса на предприятиях деревообрабатывающей отрасли опирается на три базовые организационные формы – специализацию, кооперирование и комбинирование.

Специализация деревообрабатывающих производств имеет в большинстве случаев предметную или смешанную форму. В лесопилении распространена специализация заводов по породам распиливаемого сырья, выпуску продукции на экспорт, толщинам и сечениям досок. В мебельной промышленности наиболее распространена пред-

метная специализация с полным технологическим циклом производства изделий. В некоторых крупных деревообрабатывающих объединениях созданы базовые предприятия по производству полуфабрикатов и деталей мебели (каркасные конструкции, элементы фасадов и т. п.) и специализированные отделочно-сборочные предприятия.

Наиболее распространенными формами производственного *кооперирования* в деревообрабатывающей промышленности являются: подетальное, внутрирайонное, внутриотраслевое и межотраслевое кооперирование. Многие лесопильные заводы имеют кооперированные связи с целлюлозно-бумажными комбинатами по поставкам технологической щепы, с машиностроительными заводами деталей и заготовок машин. Между мебельными предприятиями, особенно в одном промышленном объединении, развивается кооперирование по поставкам заготовок, деталей узлов. Фанерные заводы кооперируют с предприятиями электронной промышленности, строительными организациями и машиностроительными предприятиями.

Для деревообрабатывающей промышленности характерны три основные формы *комбинирования* производств:

- 1) сочетание последовательных стадий обработки древесного сырья;
- 2) использование отходов производства;
- 3) комплексное использование древесного сырья и отходов.

Наиболее распространенной является первая форма комбинирования. Комбинаты этой формы просты по структуре и, как правило, включают в себя 2–5 видов производств одной отрасли. Примером может служить лесопильно-деревообрабатывающий комбинат, на котором вырабатывают пиломатериалы, мебель, строительные детали, тару.

При второй форме комбинирования отходы одного производства служат исходным сырьем для другого. Эта форма предполагает высокий уровень концентрации основного производства для того, чтобы обеспечить достаточным количеством древесных отходов другое производство. На этой основе чаще встречается комбинирование лесопиления с производством древесных плит.

Третья форма – это комбинирование на основе полной переработки древесного сырья и отходов на конечные продукты и по сути представляет собой дальнейшее развитие второй формы. Данная форма комбинирования является наиболее сложной, но, вместе с тем, обеспечивает наибольшую эффективность связываемых производственных процессов. Данная форма кооперирования нашла применение в лесо-

промышленных комплексах, которые объединяют в своем составе целлюлозные, бумажные, картонные, лесопильные, деревообрабатывающие, фанерные, гидролизные и другие предприятия. Создание таких комплексов позволяет увеличить использование древесины до 80–90 %, снизить себестоимость продукции на 10–15 %, трудоемкость изготовления на 20–25 % и удельные капитальные вложения на 15 %.

28.2. Построение производственного процесса деревообрабатывающих предприятий в пространстве и во времени

Пространственное размещение предприятий деревообрабатывающей промышленности тесно связано с развитием и размещением лесозаготовок, с районами потребления таких видов продукции, как мебель, тара, строительные изделия и т. д. В связи с этим лесопильное, фанерное, спичечное производства, а также предприятия по выпуску комплектов строительных деталей, тары, стандартных домов, древесных плит стремятся сосредоточить в многолесных районах вблизи мест лесозаготовок или в пунктах, расположенных у сети железных дорог и крупных водных путей. Предприятия по производству готовой тары, стандартных домов, строительных изделий, мебели размещают в основном в пунктах потребления этих видов продукции.

Внутренняя производственная структура большинства деревообрабатывающих предприятий строится по цеховой или бесцеховой схемам.

Деление основного деревообрабатывающего производства на то или иное число цехов зависит от его технологической структуры и масштабов. Так, в мебельном производстве могут быть созданы раскройно-заготовительный, сушильный, машинный, облицовочный, сборочный и отделочный цехи; на небольших мебельных предприятиях цехи могут быть укрупнены, например заготовительно-машинный и сборочно-отделочный. На фанерных заводах обычно выделяют четыре основных цеха: луцильный, сушильный, клеильный и обрезной, которые при малых масштабах производства могут быть объединены в два укрупненных цеха: луцильно-сушильный и клеильно-обрезной.

Некоторые деревообрабатывающие предприятия перешли на бесцеховую структуру производства. При этой структуре весь технологический процесс разбит на участки, непосредственно подчиненные начальнику производства. Во главе каждого участка стоит мастер,

который отвечает за всю производственную деятельность, выполнение программы, норм выработки, расходование заработной платы и другие функции участка. Такая структура значительно сокращает управленческий аппарат, повышает ответственность мастера за работу производства, заинтересовывает его в улучшении производственно-технических и экономических показателей работы вверенного ему участка. Вместе с тем бесцеховая производственная структура эффективна только не небольших предприятиях с малыми масштабами производства и относительно простым технологическим процессом.

При выборе формы производственной структуры деревообрабатывающего предприятия необходимо учитывать следующие ключевые факторы:

- степень сложности технологического процесса;
- конструктивные и технологические особенности продукции;
- формы специализации других предприятий отрасли и возможности кооперирования с ними;
- условия поставки сырья, основных материалов и полуфабрикатов;
- территориальное расположение предприятия; условия обеспечения предприятия основными видами энергоносителей.

Исходя из сочетания данных условий создаются деревообрабатывающие предприятия, различающиеся:

1) по уровню специализации:

- узкоспециализированные, включающие один вид основного производства (лесопильный завод, фанерный завод, мебельная фабрика, домостроительный завод, гидролизный завод и т. д.);
- комбинированные, охватывающие несколько видов производств (лесопильно-мебельный, фанерно-мебельный, деревообрабатывающий комбинаты и т. д.);

2) по уровню концентрации:

- крупные;
- средние;
- мелкие;

3) по полноте технологического процесса:

- с полным (замкнутым);
- с частичным (разомкнутым) технологическим процессом.

Лесопильное и фанерное производства организуют в основном на средних и крупных, узкоспециализированных и комбинированных предприятиях с полным технологическим процессом. К примеру,

производственная структура крупного лесопильного завода обычно объединяет около 15–20 структурных подразделений и состоит из следующих цехов и служб:

- 1) заводоуправление;
- 2) основные цехи: цех сырья, окорочный, лесопильный, подготовки и отгрузки технологической щепы, сушильный, обработки пиломатериалов, антисептиков, подготовки и отгрузки пиломатериалов, ширпотреба;
- 3) вспомогательные цехи и общезаводские хозяйства: водный, пилоножеточный, РМЦ, электроцех, транспортный, паросиловой, пожарное депо, прочие общезаводские объекты.

На небольших лесопильных заводах производственная структура значительно упрощена и охватывает 8–12 подразделений. Здесь участок окорки включается в склад сырья; пилоножеточное отделение, производство технологической щепы – в лесопильный цех; электрохозяйство – в состав паросилового или ремонтно-механического цеха. Также могут быть объединены в один цех участки по обработке, подготовке и отгрузке пиломатериалов.

Наиболее сложной является производственная структура крупных деревообрабатывающих комбинатов, особенно связанных с мебельным производством. Такие комбинаты имеют зачастую 4–6 видов производств с полным или частичным технологическим процессом. Высокая эффективность их проявляется в автономности, преимуществах комбинирования и наиболее полном использовании древесного сырья.

Ключевым параметром, характеризующим построение производственного процесса во времени в деревообрабатывающем производстве, как и в других отраслях, является длительность производственного цикла, которая в зависимости от типа выпускаемой продукции может рассчитываться как для отдельных изделий, так и для их партий.

Длительность основных технологических операций в деревообработке зависит от нормативной продолжительности каждой операции, размера партии деталей (изделий), процента выполнения норм выработки, числа рабочих мест на одноименных операциях, размера передаточных партий деталей (изделий) и формы движения их с одной операции на другую, последовательности выполнения операций и других факторов.

При организации производственного процесса возможны две формы движения деталей с одной операции на другую: прерывная

(последовательная, параллельно-последовательная) и непрерывная (параллельная). Длительность выполнения основных технологических операций определяют по следующим формулам:

– при прерывном движении деталей:

$$T_{\text{осн.пр}} = n_{\text{д}} \sum_{i=1}^m t_{\text{оп}_i} + (n_{\text{д}} - p_i) t_{\text{м}_i}; \quad (28.1)$$

– при непрерывном движении деталей:

$$T_{\text{осн.н}} = \sum_{i=1}^m t_{\text{оп}_i} + (n_{\text{д}} - 1) t_{\text{гл}}, \quad (28.2)$$

где m – число операций; $t_{\text{оп}_i}$ – длительность выполнения i -й операции, мин; $n_{\text{д}}$ – число деталей в партии, шт.; p_i – число деталей в передаточной партии по i -й операции, шт.; $t_{\text{м}_i}$ – длительность меньшей операции из i -й и последующей, мин; $t_{\text{гл}}$ – длительность главной (наиболее продолжительной) операции технологического процесса, мин.

Длительность выполнения каждой i -й операции рассчитывается по формуле

$$t_{\text{оп}_i} = \frac{t_{\text{н}_i}}{(K_{\text{н}_i} \cdot n_{\text{р}_i})}, \quad (28.3)$$

где $t_{\text{н}_i}$ – нормативная длительность i -й операции (принимается по технологическим картам), мин; $K_{\text{н}_i}$ – коэффициент выполнения норм выработки на i -й операции; $n_{\text{р}_i}$ – число рабочих мест, на которых одновременно выполняется i -я операция.

Время выполнения вспомогательных операций зависит от конкретных производственных условий (размера партии, транспортных средств и т. д.) и устанавливается путем замеров, методом технического нормирования. При этом необходимо иметь в виду, что на деревообрабатывающих предприятиях контрольные, учетные и сортировочные операции выполняются в большинстве случаев параллельно с обработкой деталей, поэтому возможно их полное или частичное перекрытие временем технологических операций.

Продолжительность естественных процессов, в частности процессов сушки деталей (в досках или заготовках), принимают в соответствии с установленными технологическими режимами. При расче-

те продолжительности цикла изделия, в состав которого обычно входят детали с разными сечениями, время сушки принимают по деталям, требующим наиболее продолжительного срока сушки.

Время на технологические перерывы, имеющие большой удельный вес в столярно-механических производствах, определяют на основании режимов, установленных при разработке технологического процесса изделия. Технологические перерывы включают технологические выдержки, которые зависят от нормативной выдержки и сменности работы цеха. Время на технологические перерывы рассчитывается по формуле

$$T_{п.т} = T_{в} - T_{п.н.в}, \quad (28.4)$$

где $T_{в}$ – время выдержки материалов; $T_{п.н.в}$ – величина перекрытия времени выдержки материалов нерабочим временем.

Величина межоперационных перерывов на деревообрабатывающих предприятиях находится в интервале 0–1,2 от основного времени выполнения операций и укрупненно определяется по формуле

$$T_{мо} = 1,2 \cdot T_{осн} (1 - K_{пар}), \quad (28.5)$$

где $K_{пар}$ – коэффициент параллельности технологического процесса, определяемый исходя из соотношения

$$K_{пар} = \frac{\sum_{i=1}^{m-1} (n_{д} - p_i) t_{м_i}}{n_{д} \sum_{i=1}^m t_{оп_i}}. \quad (28.6)$$

Перерывы, связанные с режимом рабочего времени, вызваны пролеживанием деталей (изделий) без обработки в перерывах между сменами, выходные и праздничные дни и при расчете длительности производственного цикла учитываются с помощью специального коэффициента режима рабочего времени. Расчет величины такого коэффициента может быть выполнен по формуле

$$K_{реж} = \frac{F_{к}}{F_{пл}}, \quad (28.7)$$

где $F_{к}$ – календарный фонд времени работы цеха за рассматриваемый период; $F_{пл}$ – планируемый фонд времени работы цеха за данный период.

С учетом вышеизложенных положений на деревообрабатывающих предприятиях производственного цикла обработки партии каждого вида деталей в заготовительно-отделочных цехах и партии каждого изделия в сборочных цехах укрупненно определяют по формуле

$$T_{\text{ц}} = (T_{\text{осн}} + T_{\text{мо}})K_{\text{реж}} + T_{\text{в}} + T_{\text{с}}. \quad (28.8)$$

Полная величина длительности цикла партии изделий составляет соответственно

$$T_{\text{ц.изд}} = \sum_{i=1}^n T_{\text{ц.дет}} + T_{\text{ц.сб}}, \quad (28.9)$$

где n – число цехов от заготовительного до отделочного включительно; $T_{\text{ц.дет}}$ – длительность производственного цикла партии наиболее трудоемкой детали по совокупности n -х цехов, ч; $T_{\text{ц.сб}}$ – длительность производственного цикла партии изделия в сборочном цехе, ч.

28.3. Алгоритмы разработки производственной программы деревообрабатывающих производств

Методика и последовательность разработки производственной программы деревообрабатывающих предприятий зависят от специфики соответствующих производств.

В *лесопильном производстве* за основу производственной программы всего предприятия принимается производственная программа ведущего лесопильного цеха, разработка которой может вестись двумя основными способами.

Первый способ чаще используют на предприятиях, вырабатывающих экспортные или специальные высококачественные пиломатериалы. Таким предприятиям дается четкая спецификация (стокнот) на основную часть пиломатериалов и примерная спецификация (или задание без спецификации) на остальную часть продукции. Расчеты производственной программы на таких предприятиях осуществляются в следующей последовательности:

1. Составляется спецификация распиливаемого сырья по диаметрам, длинам и объемам бревен в процентном отношении и проводится распределение этого сырья по лесопильным потокам.

2. Подбираются наиболее рациональные способы (поставы) распиловки сырья с учетом максимального общего и спецификационного выхода готовых пиломатериалов.

3. Определяется объемный выход пиломатериалов по нормативам и устанавливается средняя норма расхода сырья на 1 м³ пиломатериалов по потокам:

$$H_c = \frac{100}{B_{\Pi}}, \quad (28.10)$$

где H_c – средняя норма расхода сырья на 1 м³ пиломатериалов, м³; B_{Π} – объемный выход пиломатериалов по нормативу, %.

4. Рассчитывается процент брусочки сырья.

5. На все вырабатываемые пиломатериалы составляются спецификации в процентном отношении.

6. Рассчитывается часовая производительность каждого лесопильного потока по распилу сырья и выпуску пиломатериалов B_{Π} .

7. Устанавливается эффективный фонд времени каждого потока, ч.

8. Определяется годовой объем распиливаемого сырья и выпуска пиломатериалов A_{Π} , м³:

$$Q_c = \sum_{i=1}^n B_{p_i} \cdot F_{\text{эф}i}, \quad (28.11)$$

где Q_c – плановый годовой объем распиливаемого сырья, м³; n – общее число потоков; B_{p_i} – часовая производительность i -го лесопильного потока по распилу сырья, м³; $F_{\text{эф}i}$ – эффективный фонд времени i -го потока, ч;

$$A_n = \sum_{i=1}^n B_{\Pi_i} \cdot F_{\text{эф}i}, \quad (28.12)$$

где A_n – плановый годовой объем выпуска пиломатериалов, м³; B_{Π_i} – часовая производительность i -го лесопильного потока по выпуску пиломатериалов, м³.

9. Определяются объемы выпуска пиломатериалов по спецификации.

10. Рассчитываются объемы распиливаемого сырья вразвал, с брусочкой и пропущенного:

$$Q_B = \frac{Q_c(100 - \Pi_6)}{100}, \quad (28.13)$$

$$Q_{\text{б}} = Q_{\text{с}} - Q_{\text{в}}; \quad (28.14)$$

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{с}} + Q_{\text{б}}, \quad (28.15)$$

где $Q_{\text{в}}$ – плановый объем сырья, распиливаемого вразвал, м^3 ; $Q_{\text{б}}$ – плановый объем сырья, распиливаемого с брусовкой, м^3 ; $Q_{\text{пр}}$ – плановый объем сырья, пропущенного через распиловку, м^3 ; $P_{\text{б}}$ – плановый процент брусовки, %.

11. Рассчитываются прочие плановые технико-экономические показатели.

Второй способ разработки производственной программы чаще используют на предприятиях, вырабатывающих пиломатериалы среднего уровня качества по примерной спецификации. Расчеты производственной программы для таких предприятий ведутся в следующей последовательности:

1. Составляется спецификация распиливаемого сырья в процентном отношении по диаметрам, и по каждой группе диаметров сырья определяется средняя длина и объем бревна.

2. Устанавливается процент брусовки и проводится распределение всего сырья на распиливаемое вразвал и с брусовкой. При этом сырье меньших диаметров стремятся распиливать вразвал, а остальное – с брусовкой.

3. Рассчитывается сменная производительность лесопильной рамы по распилу сырья по каждому диаметру.

4. Определяется потребное число рамо-смен для распиловки 1000 м^3 сырья. Предварительно эту величину рассчитывают по каждому диаметру по формулам:

1) при распиловке вразвал:

$$T_{\text{р.см}} = \frac{Q_{\text{д}}}{B_{\text{д}}}; \quad (28.16)$$

2) при распиловке с брусовкой:

$$T_{\text{р.см}} = \frac{Q_{\text{д}} \cdot 2}{B_{\text{д}}}, \quad (28.17)$$

где $Q_{\text{д}}$ – объем распиливаемого сырья вразвал или с брусовкой по каждому диаметру бревен, м^3 ; $B_{\text{д}}$ – сменная производительность ра-

мы по распилу сырья данного диаметра, м³; 2 – коэффициент, учитывающий лесопильную раму второго ряда.

5. Определяется средняя производительность лесопильной рамы:

1) по распиленному сырью:

$$B_p = \frac{1000}{T_{p.см}}; \quad (28.18)$$

2) по объему пропущенного сырья:

$$B_{пр} = \frac{1000 + Q_б}{T_{p.см}}, \quad (28.19)$$

где $Q_б$ – объем распиливаемого сырья с брусковкой, м³.

6. Определяется планируемый фонд времени работы одной лесопильной рамы и рассчитываются годовые объемы сырья по пропуску и распилу:

$$Q_{пр} = B_{пр} \cdot a \cdot F_{пл}; \quad (28.20)$$

$$Q_p = B_p \cdot a \cdot F_{пл}, \quad (28.21)$$

где a – число установленных лесопильных рам; $F_{пл}$ – планируемый фонд времени работы одной лесопильной рамы, смены.

Общий объем распиливаемого сырья распределяют на распиловку вразвал и с брусковкой.

7. Устанавливается сортовое соотношение сырья, сортовой и общий объемный выход пиломатериалов первоначально в процентном отношении (по нормативам), а затем в кубических метрах.

8. Рассчитываются остальные технико-экономические показатели:

– количество установленного бревнопильного оборудования по видам;

– число дней работы лесопильного цеха, планируемый фонд времени работы единицы и всего установленного оборудования в станко-сменах или в станко-часах;

– процент брусковки и средний диаметр бревен;

– объемный выход пиломатериалов и среднюю норму расхода сырья на 1 м³ пиломатериалов;

– выпуск пиломатериалов и технологической щепы (валовой, для внутривозовского потребления и товарный);

– коэффициенты сортности пиломатериалов;

– товарную продукцию лесопиления в стоимостном выражении и др.

Производственную программу *фанерного производства* рассчитывают в последовательности, обратной ходу технологического процесса. Исходными данными для расчета при этом служат:

- количество и виды применяемого оборудования;
- спецификация (стокнот) по основной части продукции с учетом сортов, толщины и марок фанеры;
- спецификация обрабатываемого сырья по сортам, породам и диаметрам.

Наиболее распространенным является следующий алгоритм расчета производственной программы фанерного производства:

1. Подбирается толщина и слойность по всему объему выпуска фанеры в процентном отношении или в расчете на 1000 м³.

2. Рассчитывается часовая производительность клеильных прессов по каждой марке и толщине фанеры, м³:

$$B_{м.т} = \frac{60 \cdot q \cdot n \cdot m \cdot K}{t}, \quad (28.22)$$

где q – средний объем одного листа фанеры, м³; n – число промежутков (этажей) пресса; m – число листов фанеры, закладываемых в один промежуток; K – коэффициент использования рабочего времени пресса; t – продолжительность прессования (одного оборота) пресса, включая продолжительность вспомогательных операций, мин.

Среднюю производительность клеильного пресса устанавливают с учетом удельного веса выпуска фанеры определенных марок и толщины $Y_{м.т}$.

$$B_{ср} = \frac{100}{\sum (Y_{м.т} / B_{м.т})}. \quad (28.23)$$

3. Определяется фонд времени одного пресса, и с учетом числа установленных прессов рассчитывается валовой выпуск фанеры, м³:

$$A_{ф} = B_{ср} \cdot a \cdot F_{пр}, \quad (28.24)$$

где a – число установленных прессов; $F_{пр}$ – планируемый фонд времени работы одного пресса, ч.

4. Подбирается соотношение выпуска шпона по толщинам в зависимости от толщины и елейности фанеры и определяются нормы расхода сухого шпона по толщинам на 1 м³ обрезной фанеры.

5. Рассчитывается валовой выпуск сухого шпона по отдельным толщинам и суммарно, м³:

$$A_{\text{ш.сух.т}} = \sum_{i=1}^n (A_{\text{ф.т}_i} \cdot H_{\text{ш.т}_i}), \quad (28.25)$$

$$A_{\text{ш.сух}} = \sum_{j=1}^m A_{\text{ш.сух.т}_j}, \quad (28.26)$$

где $A_{\text{ф.т}_i}$ – выпуск фанеры i -й толщины, м³; $H_{\text{ш.т}_i}$ – норма расхода сухого шпона на 1 м³ фанеры i -й толщины, м³; n – число толщин фанеры; m – число толщин сухого шпона.

6. Определяется часовая производительность роликовых сушилок по каждой толщине шпона, м³:

$$B_{\text{т}} = \frac{60 \cdot L \cdot n \cdot m \cdot l \cdot c \cdot b \cdot K}{t}, \quad (28.27)$$

где L – рабочая длина сушилки, м; n – число этажей сушилки; m – число листов шпона, укладываемых по ширине сушилки; t – время сушки одного листа шпона, мин; l , c , b – размеры сухого шпона (длина, ширина, толщина), м; K – коэффициент использования сушилки.

7. Рассчитывается средняя производительность сушилок и потребное число машино-часов их работы:

$$B_{\text{ср}} = \frac{T_{\text{м}}}{A_{\text{ш.сух}}}; \quad (28.28)$$

$$T_{\text{м}} = \sum_{i=1}^m \left(\frac{A_{\text{ш.сух.т}_i}}{B_{\text{т}}} \right). \quad (28.29)$$

8. Устанавливается процент загрузки сушилок:

$$Z_{\text{суш}} = \frac{100 \cdot T_{\text{м}}}{T_{\text{пр}} \cdot a}, \quad (28.30)$$

где $T_{\text{пр}}$ – фонд времени работы одной сушилки, ч; a – число сушилок.

9. Рассчитываются нормы расхода сырого шпона на 1 м³ сухого шпона по каждой толщине и в среднем.

10. Определяется потребность в сыром шпоне по каждой толщине и суммарно:

$$A_{\text{ш.сыр.т}} = A_{\text{ш.сух.т}} \cdot H_{\text{ш.сыр.т}}; \quad (28.31)$$

$$A_{\text{ш.сыр}} = \sum_{i=1}^n A_{\text{ш.сыр.т}_i} \cdot \quad (28.32)$$

11. Рассчитывается часовая производительность лущильных станков по каждой толщине шпона, м³:

$$B_{\text{т}} = \frac{60 \cdot K \cdot \pi (d_{\text{ч}}^2 - d_{\text{к}}^2)}{4 \cdot t}, \quad (28.33)$$

где K – коэффициент использования рабочего времени станка; $d_{\text{ч}}$ – вершинный диаметр чурака, м; $d_{\text{к}}$ – диаметр карандаша, м; t – расчетная продолжительность обработки одного чурака, мин.

12. Определяется средняя производительность лущильных станков и их загрузка аналогично расчетам по сушилкам.

13. Устанавливается сортовой выход шпона и фанеры на основе нормативов.

14. Рассчитываются остальные технико-экономические показатели.

В *мебельном производстве* производственная программа разрабатывается в следующей типовой последовательности:

1. На основании ведомостей (карт) технологического процесса, разработанных в период подготовки производства, рассчитываются нормативы станко-часов работы оборудования, трудозатрат и фонда заработной платы на 1 или 100 изделий (деталей) по каждому станку (рабочему месту) или сразу по группе станков (рабочих мест) и поточных линий. В технологических картах выделяются отдельные детали, группы конструктивно одинаковых деталей и узлов по признаку прохождения одинаковых технологических операций, указывается число деталей (узлов), входящих в 1 или 100 изделий, перечень выполняемых операций и используемых технических средств. Расчеты выполняются по формулам:

$$H_{\text{ст}} = \frac{100 \cdot K_{\text{б}}}{B_{\text{ст}} \cdot K_{\text{н}}}; \quad (28.34)$$

$$H_{\text{тр.с}} = H_{\text{ст}} \cdot P; \quad (28.35)$$

$$H_{\text{тр.р}} = \frac{100 \cdot K_{\text{б}}}{B_{\text{р}} \cdot K_{\text{н}}}; \quad (28.36)$$

$$N_{\text{тр.б}} = \frac{100 \cdot P_{\text{бр}} \cdot K_{\text{б}}}{B_{\text{бр}} \cdot K_{\text{н}}}; \quad (28.37)$$

$$N_3 = N_{\text{тр}} \cdot Z_{\text{т}} \cdot K_{\text{н}}, \quad (28.38)$$

где $K_{\text{н}}$ – коэффициент, учитывающий выполнение норм выработки; $K_{\text{б}}$ – коэффициент учитываемого брака; $B_{\text{бр}}$ – норма выработки на бригаду, дет./ч; $P_{\text{бр}}$ – число рабочих в бригаде.

Аналогичные нормативы рассчитываются по сборочному цеху, но только сразу в расчете на 100 изделий.

В дальнейшем нормативы станко-часов используются для расчета необходимого числа станков, нормативы трудоемкости – для расчета численности рабочих, нормативы заработной платы – для установления тарифного фонда заработной платы по цеху (предприятию).

2. На основе полученных нормативов в каждом цехе определяется потребное число станко-часов работы оборудования в расчете на всю годовую программу по каждому виду оборудования, а затем – необходимое число станков и их загрузка:

$$T_{\text{ст}} = \frac{N_{\text{ст}} \cdot D \cdot A}{100}; \quad (28.39)$$

$$C_{\text{ст}} = \frac{T_{\text{ст}}}{F_{\text{эф}}}; \quad (28.40)$$

$$Z_{\text{ст}} = \frac{100 \cdot C_{\text{ст}}}{C_{\text{у.ст}}}, \quad (28.41)$$

где D – число деталей в изделии; A – годовая программа по выпуску изделий; $F_{\text{эф}}$ – годовой эффективный фонд времени одного станка, ч; $C_{\text{у.ст}}$ – число установленных станков.

На основе трудоемкости и заработной платы на производственную программу по каждому изделию рассчитываются численность и тарифный фонд заработной платы рабочих по цеху:

$$P_{\text{ц}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{F_{\text{эф}}}; \quad (28.42)$$

$$Z_{ц} = \sum_{i=1}^n Z_i, \quad (28.43)$$

где $F_{эф}$ – годовой эффективный фонд времени рабочего, ч.

Расчет производственной программы описанными методами возможен и для других столярно-механических производств: строительных изделий, стандартного домостроения, музыкальных инструментов и др.

28.4. Особенности оперативного планирования производства в деревообработке

Главная задача оперативно-производственного планирования производства в деревообработке состоит в обеспечении равномерного, ритмичного выпуска продукции в заданных объеме и ассортименте при наиболее полном использовании производственных ресурсов.

В функции ОПП деревообрабатывающих производств входят:

- 1) детализация планов выпуска продукции по времени (месяцам, декадам, неделям, суткам, сменам) и по структурным подразделениям (цехам, участкам, рабочим местам);
- 2) разработка оперативно-производственных нормативов: размера серий и партий изделий (деталей), величины производственного и технологического циклов, норм загрузки оборудования и др.;
- 3) разработка календарных графиков производства деталей, узлов и изделий с учетом сроков их запуска и выпуска;
- 4) расчеты по объемам незавершенного производства.

Наиболее характерными для деревообработки системами ОПП являются поддетальная, комплексная, позаказная и полуфабрикатная системы. Первые три системы ОПП наиболее распространены в мебельном, музыкальном и столярно-механическом производствах, а последняя – в лесопильном, фанерном, тарном, древесно-плитном и лесохимическом производствах. Наиболее сложной является поддетальная система, используемая при относительно устойчивом ассортименте продукции и позволяющая наиболее обоснованно и тщательно осуществлять и регулировать ход производства. При использовании данной системы обеспечивается ритмичность выпуска продукции и достигаются более высокие технико-экономические показатели.

На *деревообрабатывающих* и *лесохимических предприятиях* ОПП связано главным образом с организацией выпуска продукции в натуральном выражении в соответствии с договорами и предусматри-

вает наиболее полное использование оборудования (аппаратов). По этим показателям в каждом цехе должен быть организован ежедневный учет. На предприятиях данного типа размеры партий предметов труда чаще всего определяются способом подбора. Для этого конкретное изделие разбивают на отдельные детали (узлы) или группы однородных деталей. Для первоначального расчета выбирают наиболее трудоемкую деталь или группу однородных деталей (например, царги стула). По выбранной детали (группе деталей) устанавливают наиболее трудоемкую операцию или совокупность операций с учетом используемого оборудования.

Оперативно-производственное планирование в лесопильном производстве главным образом связано с выполнением спецификации пилопродукции, наиболее полным использованием сырья и основных видов оборудования.

Предприятия, специализирующиеся на выпуске экспортных пиломатериалов, получают подробную спецификацию (стокнот) на эту продукцию. На остальную продукцию оговаривается примерная спецификация или она вообще не устанавливается. Эту продукцию обычно считают отпадом от экспортной и планируют по ней примерную спецификацию. В стокноте отражают толщину, ширину и примерную длину досок; виды продукции (например, доски, дилены, багеты); сорта продукции (например, б/с, IV, V); общее количество в кубических метрах или на 1000 м³ продукции. Стокноты могут выдаваться по нескольким турам реализации в целом на год и на отдельные периоды (2–4 месяца) отгрузки. Аналогичные стокноты выдаются по другим срокам реализации. В сводных планах-нарядах лесопильного цеха в каждом месяце отражают выпуск всего объема пиломатериалов с выделением по видам и назначению.

Лесопильный цех с учетом примерной спецификации, имеющегося или возможного объема поступающего сырья разрабатывает поставки (схемы) раскроя сырья. Составление поставок – очень сложный и ответственный процесс, так как необходимо в совокупности учитывать состав сырья, производственные возможности цеха, установленные плановые задания на месяц, специализацию потоков, спецификацию продукции, наиболее рациональное использование сырья и другие факторы. При разработке поставок следует широко использовать экономико-математические методы и электронно-вычислительную технику. В некоторых производственных объединениях для этих целей применяются специально разработанные для этого программы.

На основе месячной программы в лесопильном цехе составляют суточные задания и поставки по сменам и потокам. Лесопильный цех ежесуточно или еженедельно подает заявки на склад сырья по объемам подачи сырья каждого диаметра. На складе готовят необходимое сырье так, чтобы на каждый постав подавать бревна одного четного диаметра. Это способствует наибольшему объемному выходу продукции.

При оперативно-производственном планировании и учете лесопильному цеху помимо спецификационного задания устанавливается общий объем выпуска продукции и ряд технико-экономических показателей на месяц, смену, сутки. Организуют, как правило, бригадный метод труда и задания дают каждой бригаде. Такие бригады охватывают всех рабочих одной смены. Первоначально разрабатывают график работы бригад, а затем распределяют месячное задание по бригадам и суткам.

Содержание оперативно-производственного планирования в *фанерном производстве* примерно такое же, как в лесопильном в части формирования и реализации спецификации продукции, более полного использования оборудования и сырья. Основной продукцией фанерного производства являются: фанера обычная; экспортная фанера; товарный лущеный и строганный шпон; фанера специального назначения (авиационная, бакелитизированная, декоративная и т. д.); гнуклеенные детали; прочие виды фанерной продукции (фанерные трубы, плиты и др.); технологическая щепка.

В спецификациях (стокнотах) фанерного производства отражают формат и толщину фанеры (шпона), ее сортность, породный состав древесины, объем выпуска.

Основным структурным звеном, на которое ориентируются в своей работе остальные структурные подразделения предприятия в части спецификации, объемов и сроков выпуска продукции, служит клеильный цех, а при выпуске товарного шпона – сушильный цех. Формирование заданий другим цехам идет в обратной последовательности технологического процесса, начиная с клеильного цеха. Месячный план клеильного цеха в фанерном производстве включает задания выпуска фанеры по форматам, толщинам и слойности с указанием сортового выхода, производительность прессов; нормы и общий расход клеевых материалов. На основании задания клеильного цеха выдают задания сушильным и лущильным цехам.

В *мебельном производстве* оперативно-производственное планирование наиболее сложно по сравнению с другими производствами

деревообработки, что обусловлено широким ассортиментом изделий мебели и обрабатываемых деталей, большим разнообразием используемого оборудования (позиционные станки, поточные линии, автоматы и полуавтоматы), широкой номенклатурой обрабатываемого сырья и материалов. Оперативно-производственное планирование в таких условиях включает в себя расчеты различных норм и нормативов по цехам, видам оборудования и продукции; длительности производственного и технологического циклов, величины серий и партий изделий (деталей), незавершенного производства; коэффициентов использования и загрузки оборудования и др. При серийном производстве мебели выпуск изделий планируется сериями. В связи с этим важное значение в оперативном планировании мебельного производства придается подбору оптимальных размеров серий изделий и партий деталей. *Серия* – это число конструктивно одинаковых изделий, которые изготавливают в течение установленного времени, после чего выпуск этих изделий временно или совсем прекращается. Величина серии изделий устанавливается с учетом требований потребителей, сроков выпуска изделий, производственных возможностей предприятия, числа и видов других изготавливаемых изделий, условий обеспечения сырьем и материалами.

28.5. Базовые направления повышения эффективности производственных процессов в деревообработке

Базовыми направлениями повышения эффективности производства в деревообрабатывающей промышленности являются:

- 1) совершенствование структуры выпускаемой продукции;
- 2) повышение качества продукции;
- 3) снижение материалоемкости продукции;
- 4) улучшение использования оборудования;
- 5) интенсификация внедрения новых технологических и продуктовых разработок.

Совершенствование структуры продукции (т. е. повышение удельного веса прогрессивных видов продукции в общем объеме производства) в отрасли осуществляется за счет применения химико-механических методов переработки сырья взамен чисто механических. Таким путем на 1000 м³ заготовленной древесины можно выпустить существенно больший объем разнообразной продукции – эффективных заменителей деловой древесины: древесностружечных, древесноволокнистых, фиброцементных плит (производство которых

осуществляется химико-механическим путем переработки дров, лиственной и низкокачественной хвойной древесины, отходов деревообработки и лесозаготовок).

Повышение качества продукции в деревообработке связано, прежде всего, со снижением потерь, вызванных отклонениями от технологического режима, а также приданием продукции свойств с учетом прогрессивных изменений требований потребителя. Это предполагает:

- в лесопилении – пропитку и антисептирование пиломатериалов;
- в фанерном производстве – выпуск менее токсичной фанеры, а также комбинированной фанеры, состоящей из древесностружечных плит толщиной 6–7 мм, облицованных шпоном;
- в мебельном производстве – расширение ассортимента мебели по художественно-стилевым решениям, повышение ее комфортности, улучшение внешнего вида за счет применения более эффективных отделочных и обивочных материалов;
- в плитном производстве – применение малотоксичных, быстроотверждающихся смол.

Снижение материалоемкости продукции в деревообработке является основным направлением интенсификации производства, поскольку удельный вес материальных затрат в себестоимости продукции отрасли составляет около 65–70 %. Снижение материальных затрат достигается путем:

- разработки и внедрения в производство технически обоснованных норм расхода сырья на единицу продукции во всех производствах;
- совершенствования схем раскроя материалов;
- унификации элементов в изделиях мебели;
- применения высокоэффективных заменителей древесины;
- сокращения брака;
- увеличения использования отходов путем сращивания короткомерных деталей.

Улучшение использования оборудования по времени и мощности в деревообработке может быть обеспечено за счет повышения сменности работ и технического перевооружения ремонтной базы деревообрабатывающих предприятий, позволяющей минимизировать простой основного технологического оборудования в ремонте.

Ключевыми направлениями технического прогресса и инновационной деятельности в подотраслях деревообработки на сегодняшний день являются:

1. В лесопильном производстве:

– механизация выгрузки и сортировки сырья по диаметрам и качеству перед распиловкой, создание оперативных и сезонных запасов, применение на этих операциях кранов и челюстных погрузчиков при водной, сухопутной и смешанной поставке сырья для различных лесопромышленных районов и объемов переработки, увеличение поставки сырья в виде хлыстов с их разделкой на пиловочник и попутные сортаменты и переработкой отходов раскряжевки в технологическую щепу;

– использование технологических линий для формирования сечений пиломатериалов на базе существующих и новых типов лесопильных рам, линии агрегатной переработки бревен (ЛАПБ), линий с фрезерно-, кругло- и ленточнопильными станками с повышенными скоростями подачи, с однопильными, ленточнопильными станками, фрезерно-обрезных станков, линий предварительной торцовки и сортировки сырых пиломатериалов по сечениям;

– применение пакетоформирующих линий, высокопроизводительных сушильных камер, линий браковки и сортировки пиломатериалов по сортам и длинам;

– развитие пакетного метода обращения пиломатериалов;

– переработка кусковых и мягких отходов лесопиления на технологическое сырье и утилизация отходов окорки;

– переработка низкокачественных и короткомерных пиломатериалов на клееную пилопродукцию.

Необходимым условием технического перевооружения лесопиления является концентрация производства на крупных предприятиях, обеспеченных сырьевыми ресурсами, и одновременная специализация этих предприятий на выработку пиломатериалов ограниченного количества сечений.

2. В фанерном производстве:

– термическая обработка сырья в открытых бассейнах;

– технология склеивания фанеры с предварительной холодной подпрессовкой пакетов и увеличением этажности горячих прессов;

– внедрение автоматизированных линий окорки и разделки сырья, сборки и склеивания фанеры;

– внедрение роликовых газовых сушилок с сопловым дутьем взамен малопроизводительных сушилок шпона;

- механизация складских работ с использованием кранов повышенной грузоподъемности, оснащенных грейферными захватами;
- совершенствование структуры выпускаемой продукции за счет выпуска большеформатной фанеры из древесины лиственных и хвойных пород с применением шпона повышенной толщины, большеформатной фанеры на водостойких фенолформальдегидных клеях специального назначения для производства кузовов автомобилей, грузовых вагонов и контейнеров, строительной опалубки и панельных домов.

3. В мебельном производстве:

- внедрение комплексно-автоматизированных линий для облицовывания, обработки и отделки деталей;
- увеличение использования новых химических материалов – пластика, облицовочных пленок, изделий из латекса;
- улучшение качества поверхности и физико-механических свойств используемых древесных плит, освоение их отделки различными методами и централизованный раскрой на детали;
- расширение использования автоматизированных систем проектирования на стадии технической подготовки производства.

4. В производстве древесных плит:

- модернизация действующих цехов мокрого способа прессования с одновременным улучшением качества и повышением степени заводской готовности плит (отделка лакокрасочными материалами, прирезка по спецификации потребителя);
- освоение выпуска плит сухого и мокрого способа прессования, полностью отвечающих требованиям деревянного панельного домостроения;
- расширение сырьевых ресурсов для производства ДВП путем использования древесины лиственных пород и отходов производства (опилок);
- уменьшение образования вредных выбросов, создание систем с сокращенным водопотреблением или замкнутым оборотным водоснабжением, внедрение эффективных методов очистки технологических вод и стоков;
- модернизация установок горячего прессования для увеличения их производительности и улучшения качества плит путем увеличения этажности прессов, установки механизмов одновременного смыкания плит, совершенствования и усиления гидравлической схемы пресса, загрузочных и разгрузочных устройств;

- модернизация главных конвейеров и установок предварительного холодного прессования;
- совершенствование средств автоматизации по управлению и достижению постоянства параметров технологического процесса;
- совершенствование технологии приготовления стружки.

ТЕМА 29. ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

- Значение и структура легкой промышленности и особенности построения производственной структуры предприятий отрасли.
 - Организация производственных потоков в легкой промышленности.
 - Состав и особенности работы вспомогательных хозяйств предприятий легкой промышленности.
 - Особенности организации труда на предприятиях легкой промышленности.
 - Базовые направления повышения эффективности производства в легкой промышленности.
-

29.1. Значение и структура легкой промышленности и особенности построения производственной структуры предприятий отрасли

Легкая промышленность, наряду с пищевой, является ведущей промышленной отраслью, производящей предметы конечного потребления. В Республике Беларусь отрасль легкой промышленности представлена более 400-ми предприятиями, на которых сосредоточено около 4,5 % общего объема основных производственных фондов отечественной промышленности и занято около 13 % общей численности промышленно-производственного персонала. Удельный вес производимой отраслью продукции в общем объеме отечественного промышленного производства составляет около 5 %.

В структуру легкой промышленности входит множество различных производств, которые традиционно группируются в три базовые подотрасли:

- текстильная промышленность;
- швейная промышленность;
- кожевенная, меховая и обувная промышленность.

Несмотря на значительное число формирующих отрасль предприятий, концентрация производства в легкой промышленности выражена умеренно. Три ведущих предприятия отрасли производят около 25 % общего объема ее продукции, а на долю восьми основных предприятий приходится около 40 % общего объема отраслевого выпуска. Такое распределение отраслевого производства связано с неравномерностью концентрации производственных мощностей, при которой в отрасли существует несколько крупных предприятий общереспубликанского масштаба, а остальная отрасль представлена большим количеством мелких производств, обслуживающих региональный рынок.

Из-за особенностей своих производственных процессов легкая промышленность отличается от других отраслей значительными масштабами использования ручного труда, в связи с чем является выражено трудоемкой и демонстрирует самый низкий уровень производительности труда в промышленности. Удельный вес расходов на оплату труда в общей структуре производственных затрат отрасли составляет более 20 %, что почти в 2 раза выше среднего уровня по отечественной промышленности. В связи с этим ключевым направлением повышения эффективности производства в легкой промышленности является внедрение трудосберегающих технологий и оборудования, направленных на механизацию и автоматизацию отраслевого производства.

Производственная структура предприятий легкой промышленности имеет две основные разновидности (цеховую и бесцеховую), применение которых зависит от масштабов и типа соответствующего производства.

Бесцеховая структура управления применяется на тех предприятиях, где производство подразделено непосредственно на участки, возглавляемые мастерами, которые подчиняются непосредственно руководителю предприятия. Такое построение производственной структуры обеспечивает возможность использования самой простой, двухступенчатой, системы управления и применяется на небольших кожевенных заводах и мелких обувных фабриках.

При относительно больших масштабах производства и усложнении производственного процесса (увеличении его стадийности) целесообразным становится объединение участков в цехи, имеющие

собственный административно-управленческий аппарат и специализирующиеся на выполнении отдельных относительно законченных элементов общего производственного процесса.

Состав основных производственных подразделений предприятий легкой промышленности в первую очередь определяется их (предприятий) внутриотраслевой специализацией. Так, в обувной промышленности основное производство сосредоточено в раскройном, вырубочном цехе и нескольких сборочных цехах, к которым могут добавляться заготовочные цехи. На ряде обувных фабрик нет вырубочных и заготовочных цехов, поскольку заготовочные потоки соединены со сборочными в сборочном цехе. В швейной и кожгалантерейной промышленности основное производство осуществляется в раскройном цехе и нескольких сборочных цехах. В настоящее время обувные, швейные и кожгалантерейные предприятия все больше превращаются в сборочные производства, с упрощением их производственной структуры.

Первичным фактором, определяющим построение производственной структуры предприятий отрасли, является преобладание той или иной формы специализации производственных единиц. Легкая промышленность отличается тем, что в ее основных подотраслях доминирует смешанная форма специализации, при которой раскройные, вырубочные и заготовочные цехи являются технологически специализированными, а сборочные – предметно специализированными.

Последовательное развитие в отрасли предметной формы специализации связано с выделением из состава предприятий отдельных частей производственного процесса (например, раскройного, вырубочного и заготовочного производств из состава обувных фабрик) и превращением предприятий в сборочные. Развитие предметной специализации, выражающейся в целесообразном распределении ассортимента продукции между предприятиями в том или ином регионе, устранении дублирования выпуска одноименной продукции, также способствует созданию более простой и эффективной производственной структуры предприятия.

Следует отметить, что на практике та или иная форма специализации крайне редко представлена в чистом виде; обычно наблюдается переплетение признаков, характерных для разных форм специализации. Например, обособление такой важной стадии производственного процесса, как раскрой материала в самостоятельном цехе, это проявление технологической специализации. В таком подразделении наи-

большой удельный вес (по трудоемкости, численности рабочих, производственной площади) обычно приходится на операцию раскроя материалов с характерным для нее прессовым оборудованием. Вместе с тем, в рассматриваемом подразделении обычно также сосредоточена группа операций, связанных с обработкой и отделкой выкроенных деталей, что в какой-то мере свидетельствует об отклонении от технологического принципа специализации в его чистом виде. С другой стороны, конечной целью раскройного цеха является выпуск деталей обуви, одежды и кожгалантерейных изделий, что является признаком предметной (поддетальной) специализации. Однако эта форма специализации предполагает обособление производства одной (или группы однородных) детали, что в раскройном цехе не обеспечивается. Такое же явление наблюдается и в сборочных цехах. Например, цехи по сборке обуви специализируются по виду и роду обуви (предметные признаки), методу крепления низа обуви (технологический признак).

В производстве деталей обуви, одежды и кожгалантерейных изделий преобладают признаки технологической специализации, а в сборочных цехах рассматриваемых предприятий – предметной специализации. На уровне предприятия, выпускающего обувь, одежду и кожгалантерейные изделия, обособление процессов изготовления деталей и заготовок выражает развитие технологической формы специализации. При рассмотрении же в масштабе отрасли обособленного предприятия, выпускающего детали или заготовки изделия, целесообразно говорить о поддетальной форме специализации. С учетом специфики подразделений обувного, швейного и кожгалантерейного производств в систему показателей, отражающих различные стороны внутрифабричной специализации, принято включать:

- число предметно (поддетально) и технологически специализированных подразделений (цехов, потоков, участков) на предприятии и их доля в общем числе этих подразделений;
- доля продукции, выпущенной предметно (поддетально) или технологически специализированными подразделениями;
- число разновидностей продукции, выпускаемой подразделением в течение года (широта ассортимента);
- число подразделений предприятия, занятых изготовлением продукции одной разновидности (дублирование ассортимента);
- степень оптимальности объема выпуска продукции подразделением.

29.2. Организация производственных потоков в легкой промышленности

Поточное производство получило широкое распространение в легкой промышленности, особенно в обувной, швейной и кожгалантерейной, чему способствовали массовый или крупносерийный тип производства на предприятиях указанных отраслей, высокий уровень разделения труда (дифференциация производственного процесса), концентрация и специализация производства и другие факторы.

В легкой промышленности выделяются три основные формы организации поточного производства:

- 1) потоки со свободным темпом и допускаемой низкой ритмичностью операций;
- 2) потоки с регламентированным темпом и допускаемыми (в определенных пределах) отклонениями в ритме выполнения операций (конвейерные потоки);
- 3) потоки с едиными автоматически регулируемым темпом и ритмом работы (полуавтоматические и автоматические поточные линии).

По характеру ассортимента выпускаемой продукции все потоки подразделяются:

- 1) на специализированные, на которых изготавливается один или несколько видов изделий, не различающихся по технологическим схемам изготовления, составу и трудоемкости операций;
- 2) широкоассортиментные (совмещенные), на которых изготавливается несколько видов изделий, имеющих определенные (не противоречащие принципам специализации производства) различия в технологических схемах их изготовления, составе и трудоемкости отдельных операций.

К специализированным потокам относятся, например, потоки по сборке обуви определенного вида, рода, метода крепления, но разных размеров и полноте, различных конструкций заготовок верха и т. д.

На широкоассортиментных потоках изготавливаются заготовки верха обуви различных моделей, обувь различных видов (ботинки и полуботинки), родов (мужская и мальчиковая), швейные и кожгалантерейные изделия различных моделей.

Формы организации производственных потоков предприятий легкой промышленности весьма многообразны и зависят от сочетания многих производственных условий и факторов, которые, в свою очередь, подразделяются на общеотраслевые и внутрипроизводственные.

Общепромышленные факторы являются универсальными и их действие одинаково для большинства предприятий. Ключевыми из таких факторов являются:

- уровень специализации производства;
- широта ассортимента и степень его обновления;
- объем выпуска тех или иных видов изделий;
- уровень технической подготовки производства, оперативного планирования и материально-технического снабжения;
- уровень механизации и фондовооруженность труда;
- обеспеченность кадрами и их квалификация и т. д.

Внутрипроизводственные факторы являются в достаточной мере индивидуальными и их действие определяется спецификой соответствующей стадии производственного процесса. Так, в подготовительно-раскройном производстве к числу таких факторов можно отнести:

- применяемые способы раскроя;
- степень предварительной подготовки исходных материалов и их качество;
- способы настилки материалов и выполнения обмеров;
- виды настилов и их размеры;
- стандартность раскройных свойств материалов и т. д.

На заготовочных участках и участках сборки малогабаритных изделий широкое распространение получили потоки со свободным темпом, оснащенные разнообразными транспортирующими устройствами с автоматическим адресованием транспортируемых партий как с децентрализованным, так и централизованным адресованием.

В конвейерных потоках применяются различные по конструкции (горизонтально- и вертикально-замкнутые, цепные и ленточные, однорядные и многорядные), типу движения (непрерывные или пульсирующие) транспортирующие устройства, выполняющие не только функцию межоперационного перемещения предметов труда, но и функцию регулирования производственного процесса. Координирующее значение такого устройства заключается в том, что скорость транспортирования предметов труда увязана с параметрами всех операций, выполняемых одновременно.

Пульсирующие конвейеры используются в сборочных потоках при производстве крупногабаритных изделий: чемоданов, портфелей, ранцев, саквояжей, сумок. Ячейки таких конвейеров имеют форму тележек (карок) большой вместимости.

Люлечные конвейеры применяются в потоках по изготовлению малогабаритных изделий (например, перчаток и рукавиц). В кожгалантерейном производстве наибольшее применение нашли конвейеры, в которых в качестве тягового органа используется пластинчатая цепь, что обеспечивает создание конвейерно-поточной линии нужной конфигурации в зависимости от планировки цеха, а также возможность как напольного, так и подвешного ее монтажа.

На кожгалантерейных предприятиях в большинстве случаев используются однорядные (одноярусные) транспортирующие устройства, но в отдельных случаях применяются и двухъярусные, которые предназначены для работы главным образом закрытыми сменами. Большинство транспортирующих устройств является оборудованием напольного типа, однако на отдельных предприятиях начинают применять подвесные транспортирующие устройства, не загромождающие производственную площадь.

На участках подготовки материалов форма предметов труда и характер операций многократно меняются: приемка, распаковка (кипы, рулоны); разбраковка, промер (непрерывная лента, рулон). Исходя из этого операции подготовки материалов могут быть разделены на две группы. Первая группа включает операции приемки, распаковки и хранения, для которых характерно точное определение местонахождения партии в целом. Вторая группа включает операции разбраковки, промера, хранения разбракованных материалов, расчета, отправки в раскройный цех; для этих операций характерны иной технологический процесс и иная организация погрузочно-разгрузочных и транспортных работ, требующая не партионного, а кускового учета и точного определения места хранения каждого куска.

Сложность и трудоемкость выполнения операций по количественной приемке и распаковке зависит от способа упаковки материалов (куски, кипы, ящики, рулоны), поступающих на предприятие.

Способ хранения материалов должен обеспечить не только правильное хранение, но и эффективное использование складов, свободный доступ к каждому куску (кипе, ящику, рулону), целесообразную подсортировку кусков ткани по артикулу, цвету, рисунку, ширине, физико-механическим свойствам с целью подбора однородных материалов для расчета в настилы.

Основная и начальная операция участка раскроя – настилание ткани – может выполняться последовательным, параллельным и комбинированным способами. В зависимости от применяемого оборудо-

вания настиление производится вручную или с помощью механических устройств, настильных машин и комплексов. В зависимости от положения одного полотна по отношению к другому настиление осуществляется разными способами: лицо с лицом или лицом вниз, что оказывает непосредственное влияние на выполнение следующей операции по нанесению контуров деталей на верхнее полотно настила.

Вырезают детали из настила в два этапа: сначала рассекают настил на участки, удобные для обработки на ленточных машинах, а затем вырезают детали. Линии рассечки настила на участки совмещают с прямыми срезами крупных деталей, оставляя для окончательного вырезания их криволинейные контуры. В остальных случаях линии рассечки проходят по отношению к контурам деталей так, чтобы удобно было вырезать детали на ленточной машине. За последнее время все большее применение находит способ вырубания деталей швейных изделий специальными вырубочными прессами. Представляют интерес разрабатываемые в настоящее время способы резания ткани микроплазменной дугой и лучом лазера. Эти способы резания дадут возможность перейти к безнастильному непрерывному поточному методу раскроя, который позволит автоматизировать все процессы, связанные с раскроем, исключить многие технологические операции и коренным образом изменить организационно-технические схемы участков раскроя.

Исходя из вышеизложенного, можно выделить основные варианты организационно-технических схем потоков подготовительно-раскройного производства.

Вариант № 1. В подготовительном и раскройном производстве на участках подготовки и раскроя тканей предмет труда имеет форму непрерывной ленты; весь процесс организован по принципу прямого хода и ориентирован на применение оборудования проходного типа. Раскрой производится на оборудовании автоматического действия. Разрезание осуществляется или лучом лазера, или плазменной дугой, или другими средствами подобного действия. В основу организации производства должна быть положена идея полуавтоматических (ПАПЛ) и автоматических (АПЛ) поточных линий. При этом должное внимание должно быть обращено на организацию процесса автоматических проверки и раскроя ткани (с использованием ЭВМ) и комплектования кроя в размероростовочно-полнотном ассортименте.

Вариант № 2. На участках подготовки тканей предмет труда имеет форму непрерывной ленты, тип оборудования – проходной.

На участке раскроя непрерывный предмет труда превращается в крупнодискретный (отдельные полотна для настила). Раскрой осуществляется с использованием оборудования периодического действия; после раскроя предмет труда превращается в мелкодискретный; комплектование кроя упрощается. В основу организации производства должен быть положен принцип работы потоков со свободным темпом операций и использованием разнотипных транспортирующих устройств. Данный вариант периодического действия организационно-технической схемы подготовительно-раскройного производства более близок к условиям его функционирования на действующих предприятиях швейной промышленности.

Вариант № 3. На участке подготовки тканей и на операциях их настилана для раскроя (на участке подготовки настилана) предмет труда имеет форму непрерывной ленты (настил с рулона); на операциях раскроя тканей и комплектования кроя предмет труда становится дискретным (крой). На участке подготовки тканей и их настилана следует ориентироваться на использование оборудования проходного типа, а производство должно быть организовано по принципу создания АПЛ и ПАПЛ (как в варианте № 1). На участке раскроя тканей и комплектования кроя может применяться проходное и непроходное оборудование, оборудование непрерывного действия и оборудование периодического действия. Производственные потоки следует организовывать по принципу потоков со свободным темпом операций (с использованием разнообразных транспортных средств преимущественно периодического действия), но с высокой степенью ритмичности выполнения операций комплектования кроя.

Все три варианта организации могут быть использованы в производственных объединениях даже при условии включения в объединение филиалов с законченным циклом производства (т. е. имеющих подготовительно-раскройное и сборочно-отделочное производства).

Вариант № 4. На участке подготовки – настилана – раскроя предмет труда имеет форму непрерывной ленты, применяемое оборудование – проходного типа. Потоки организуются по принципу ПАПЛ и АПЛ (как в варианте № 1); они могут включать операции дублирования тканей, их декатировки и т. п. На участке комплектования кроя выполняются заготовительные операции (переносятся из сборочного производства); предмет труда дискретный, оборудование, как правило, непроходного или локально-проходного типа. Производство может быть организовано по принципу потоков с обязательным темпом опера-

ций (конвейерные потоки) или по принципу потоков со свободным темпом операций. Этот вариант целесообразно применять в мощных производственных швейных объединениях, имеющих централизованное подготовительно-раскройное производство и обособленные сборочные филиалы, операцию раскроя материалов с характерным для нее прессовым оборудованием. Вместе с тем в рассматриваемом подразделении обычно сосредоточена группа операций, связанных с обработкой и отделкой выкроенных деталей.

В обувном, швейном и кожгалантерейном производствах на абсолютном большинстве рабочих мест запуск (выпуск) является дискретным, однако на отдельных операциях, где предмет труда имеет форму ленты или массу неопределенной формы (клей, химикаты), запуск (выпуск) может быть безостановочным или комбинированным.

На большинстве рабочих мест обувного, швейного и кожгалантерейного производств запуск (выпуск) имеет совпадающую форму. Однако на ряде рабочих мест (их число постоянно увеличивается), оснащенных проходным оборудованием, многопозиционными агрегатами, прессами карусельного типа и т. п., запуск (выпуск) имеет несовпадающую форму.

Операция раскроя материалов характеризуется дискретной неравномерностью, тогда как операция комплектования деталей – дискретной ритмичностью или равномерностью. Объединение этих операций при особой форме организации труда раскройщиков и комплектовщиков может обеспечить значительное повышение равномерности выхода комплектов деталей кроя.

По признаку количества одновременно выкраиваемых деталей разных моделей изделий на рабочем месте закройщика выделяются два характерных способа раскроя материалов: раскрой комплекта деталей для изделия одной разновидности и совместный раскрой комплектов деталей для изделий двух и более разновидностей.

В обоих случаях, как правило, целесообразен комбинированный раскрой. Выкраивание комплектов деталей для изделий одной разновидности комбинируется по размерам изделий (большой и малый), а при совместном выкраивании комбинируются комплекты деталей для изделий неодинаковых разновидностей (ботинки и полуботинки; мужские и мальчиковые; женские и школьные и т. п.). Как показывает практика, использование различных способов комбинирования при раскрое материалов способствует лучшему использованию кож по площади и позволяет регулировать целесообразное использование топографических участков кожи.

На организацию раскроя кожи большое влияние оказывает характер изменения ее раскройных свойств, особенно изменение доли площади различных топографических участков кожи. Главной операцией на потоке по производству деталей является раскрой материала. На потоке одновременно находятся в обработке комплекты деталей для разных изделий.

Для операции раскроя характерны три способа распределения партий материала по рабочим местам.

Первый способ. Вся партия материала, предназначенная для выкраивания партии комплектов деталей, обрабатывается на одном рабочем месте закройщика (его задание). Число партий материала, одновременно находящихся в раскрое, равно числу рабочих мест, закрепленных за раскроем комплектов деталей для обуви определенной разновидности.

Второй способ. Все рабочие места закройщиков разбиты по группам. Закройщики каждой группы раскраивают определенную партию материала. При этом группы рабочих мест могут быть одинаковыми или неодинаковыми.

Третий способ. Все рабочие места закройщиков, закрепленные за раскроем комплекта деталей для изделий одной разновидности, представляют одну группу. Партия материалов раскраивается на всех этих рабочих местах.

В пределах выделенных производственных участков возможна организация потоков по различным вариантам и параллельное функционирование нескольких поточных линий.

На участке подготовки и сортировки целесообразно выделить в отдельные поточные линии подготовку кож, подготовку искусственных кож, подготовку кожаной подкладки и подготовку текстильных материалов. На этих же линиях могут быть выделены участки подготовки плоских материалов и материалов, поступающих в рулонах.

29.3. Состав и особенности работы вспомогательных хозяйств предприятий легкой промышленности

Для большинства предприятий легкой промышленности характерна достаточно стандартная структура вспомогательных подразделений, включающая в себя: ремонтно-механический цех, паросиловое и энергетическое хозяйства, механический цех, ремонтно-строительный цех, паропроводный цех, транспортное и складское хозяйства. Кроме этого в состав вспомогательного производства также могут

входить: цех механизации и автоматизации производственных процессов, служба контроля измерительных приборов и др.

Ремонтное хозяйство является наиболее крупной службой вспомогательного производства предприятий легкой промышленности. Общее руководство ремонтным хозяйством осуществляет ОГМ. Ремонт оборудования выполняется ремонтно-механическим отделом (РМО), подчиненным главному механику предприятия. На этот отдел также возложены работы по монтажу нового и модернизации действующего оборудования.

На большинстве предприятий легкой промышленности работа ремонтного хозяйства строится на основе системы ППР, предполагающей возможность использования четырех основных методов ремонта: индивидуального, узлового, стандового и секционного.

При *индивидуальном методе* все ремонтные операции выполняет одна ремонтная бригада (за исключением сварочных, гальванических и других специальных работ). Этот метод характеризуется высокой трудоемкостью работ и большими простоями оборудования. При его использовании рабочие в бригаде должны иметь хорошую профессиональную подготовку и высокую квалификацию.

Узловой метод ремонта является более прогрессивным, чем индивидуальный. Его сущность заключается в том, что ремонтная бригада разбирает машину на узлы и отправляет их в специализированные мастерские узлового ремонта, а на машину устанавливают заранее отремонтированные в этих же мастерских узлы. Для внедрения узлового метода необходимо выполнение ряда условий, основными из которых являются наличие большого количества однотипного оборудования, организация специализированных мастерских и оснащение их соответствующим оборудованием, образование оборотного запаса деталей и узлов.

При *стандовом методе* ремонта станок снимают с фундамента, на специальной тележке перевозят в ремонтную мастерскую и на освободившееся место устанавливают другой отремонтированный станок. В этом случае значительно сокращаются простои рабочего места, улучшается качество и снижается себестоимость ремонта, повышается производительность труда ремонтников. Организация стандового ремонта возможна только на предприятии с большим количеством однотипного малогабаритного оборудования и при наличии достаточных проходов для транспортировки определенного оборотного фонда машин. Данный метод применяется в основном для ремонта ткацких станков.

При *секционном методе* ремонта последовательно, по графику, используя выходные и праздничные дни и нерабочие смены, ремонтируют отдельные секции агрегата. В этом случае нормальная работа агрегата совершенно не нарушается или приостанавливается на короткий срок. Секционный метод применяют при ремонте крупногабаритного сложного оборудования, длительный останов которого по производственным причинам недопустим (оборудование отделочного производства).

График ремонта составляют с указанием номера машин, намечаемых для ремонта на каждый месяц. При этом учитывают равномерную загрузку ремонтного персонала. Оперативный план-график выдается заранее ремонтной бригаде и в цех. Цеховой персонал использует полученный график для своевременной подготовки машины к ремонту: освобождению ее от сырья, полуфабрикатов и наработанной продукции, для чистки, мойки и т. д.

Определение объемов ремонтных работ (количества капитальных и средних ремонтов) является базой для планирования объемов производства мастерских узлового ремонта. Чтобы своевременно представить заявку на детали для ремонта и уточнить объем работ, машину перед ремонтом заранее осматривают и составляют ведомость дефектов. Если выявлено, что машина к моменту останова на ремонт не нуждается в нем, то после ее осмотра начальники РМО и цеха могут перенести ремонт на следующий срок, предусмотренный планом-графиком.

Из капитального ремонта машины принимает начальник цеха от начальника РМО, а из среднего – сменный мастер от ремонтного мастера. Приемка машин оформляется актом, в котором дается оценка качества ремонта («хорошо», «отлично»). Приемка осуществляется дважды – предварительно и окончательно. Предварительная приемка основана на внешнем осмотре отремонтированной машины и производится по окончании ремонта во время обработки заправленной машины на ходу. Окончательно машину принимают из ремонта после устранения дефектов, выявленных при предварительной приемке, после нескольких смен безаварийной работы.

Основными задачами организации *транспортного хозяйства* предприятий легкой промышленности являются: своевременное перемещение грузов в соответствии с требованиями производственного процесса; наиболее эффективное использование всех транспортных средств; комплексная механизация и автоматизация транспортных

операций и снижение их себестоимости; повышение производительности труда транспортных рабочих.

На предприятиях легкой промышленности применяются два основных способа транспортировки грузов – тарный и бестарный. Бестарный способ применяется для навалочных, штучных, жидких грузов и при пневмотранспортировке. Этот способ не трудоемок, не требует затрат на тару и упаковку груза и может использоваться в том случае, когда не возникает опасений за повреждение продукции и снижение ее качества.

Пневматический транспорт обеспечивает перемещение материалов по трубам потоком воздуха. На текстильных фабриках он используется для транспортировки разрыхленного волокна и отходов производства (например, транспортировка волокна в механизированные лабазы, смеси из питателей к трепальным машинам, отходов изпод трепальных и чесальных машин к сборнику отходов). Пневмотранспорт значительно сокращает потери и улучшает качество сырья благодаря дополнительному рыхлению и очистке его в процессе транспортировки, облегчает и оздоравливает условия труда в производстве, повышает его производительность.

Основными объектами транспортировки на текстильных предприятиях являются сырье, полуфабрикаты и готовая продукция. Выбор транспортных средств осуществляется в зависимости от особенностей каждого вида груза (форма, объем, масса, повторяемость перевозок и др.). Кроме того, учитываются безопасность использования транспорта и сохранность грузов.

На текстильных предприятиях большое значение имеют работы комплексной механизации и автоматизации трудоемких транспортных операций. При этом каждая из фабрик решает эти вопросы применительно к условиям своего производства: расположения технологического оборудования, конструкции зданий (высота производственных цехов, сетка колонн, конструкция и надежность перекрытий), количества грузов и характера грузопотоков, безопасности обслуживания транспортных средств.

Энергетическое хозяйство предприятий и объединений легкой промышленности охватывает комплекс служб, отделов, цехов и участков, обеспечивающих основные подразделения предприятий топливом, электроэнергией, паром, горячей и холодной водой, сжатым воздухом.

Электрическая энергия в легкой промышленности используется для приведения в движение машин, станков и агрегатов, установлен-

ных как в основных, так и во вспомогательных цехах предприятий, питания электрических приборов, применяемых для автоматического регулирования технологических процессов, учета, контроля и управления производством, а также для освещения производственных помещений, зданий и территории комбината, вентиляции и других нужд.

Тепловая энергия (пар, горячая и холодная вода, газ) используется прежде всего на технологические цели (мокрое прядение льна, сушка пряжи, шлихтование, отбеливание, крашение и другие процессы). Она необходима, кроме того, для отопления помещений, работы вентиляционно-увлажнительных установок, хозяйственно-бытовых нужд (душ, умывальники и т. п.) и других целей.

Энергохозяйство предприятий легкой промышленности состоит из электроподстанции, электрооборудования в основных и вспомогательных цехах, газогенераторной установки, котельной, слаботочных устройств (внутренний коммутатор, радиоузел).

Структура управления энергохозяйством предприятия зависит от его производственной мощности. На крупном предприятии руководство мощным энергетическим хозяйством осуществляет отдел главного энергетика (ОГЭ), возглавляемый главным энергетиком. Отдел подчиняется главному инженеру комбината. Эксплуатацией энергетических установок в течение смены руководят дежурные инженеры, которым подчиняются электромонтеры, ремонтники и другие рабочие смены. На небольших предприятиях энергохозяйство входит в состав отдела главного механика.

29.4. Особенности организации труда на предприятиях легкой промышленности

В легкой промышленности использование индивидуальной и бригадной форм организации труда определяется стадиями производственного процесса и особенностями используемого производственного потока.

В подготовительно-раскройном производстве на большинстве предприятий отрасли применяются различные варианты бригадной организации труда на потоках.

В *универсальных бригадах*, в состав которых входят рабочие разных специальностей (настильщицы, раскройщики, комплектовщики и др.), каждый рабочий выполняет свою операцию и не отвечает за результаты работы всей бригады. Такие бригады заняты на съемных

и несъемных процессах, специализированы по виду материала (для верха, подкладки, приклада) или универсальны. Обычно труд рабочих в этих бригадах оплачивается по индивидуальной сдельно-премиальной системе. Такой вариант организации бригад нельзя признать эффективным, так как он не обеспечивает взаимозаменяемости рабочих и перевода их на другие операции в случае необходимости.

В *специализированных сменных бригадах*, в которые включаются рабочие одной специальности (бригада раскройщиков, бригада комплектовщиков), создаются условия для закрепления и совершенствования трудовых навыков, что способствует повышению качества работы, обеспечивается возможность взаимозаменяемости рабочих и дальнейшей их специализации.

Комплексно-универсальные бригады, организуемые на основе совмещения операций и одновременного выполнения их несколькими рабочими, обеспечивают наилучшие результаты по производительности труда и другим показателям. Например, операции настиланья-вырезания деталей ручной электрозакройной машиной выполняются на одном рабочем месте. При этом тяжелые и громоздкие настилы до их рассекания трудно переместить на другие рабочие места. Продолжительность этих операций неодинакова. Их совмещение позволяет устранить потери рабочего времени от некратности продолжительности операции такту потока. Такая форма организации труда рабочих дает возможность существенно повысить производительность труда, улучшить качество кроя и повысить пропускную способность настильных столов благодаря исключению потерь от некратности и некоторых вспомогательных операций.

При *сквозных комплексно-универсальных бригадах* обработка настилов, начатая рабочими одной смены, продолжается рабочими другой смены. При этом обеспечивается равномерная работа в течение обеих смен, уменьшаются затраты подготовительно-заключительного времени.

Квалификация рабочих для участков подготовительно-раскройного производства имеет очень большое значение. Для этих участков производства по сравнению со швейными подготовка рабочих является более сложной и длительной. Большое значение для результатов работы имеет опыт отдельных исполнителей, их умение и навыки. Особенно это важно на таких операциях, как контроль материалов, настиланье и рассечка настила, вырезание деталей на ленточной машине.

Каждое рабочее место закройщика специализируется на выполнении более узких заданий. Рабочие места закройщиков, на которых выполняется раскрой одной партии материала, расчлененной на задания, можно рассматривать как группу рабочих мест. Все рабочие места закройщиков можно рассматривать как ряд групп рабочих мест закройщиков. Практически при организации раскроя материалов выделяются два варианта создания групп закройщиков. Первый вариант характеризуется созданием временных групп закройщиков: они не имеют устойчивых заданий. Второй вариант характеризуется созданием постоянных групп закройщиков: они имеют устойчивые задания.

При первом варианте партия материала (например, кож), которая состоит из пачек для разных заданий, выдается закройщикам, освободившимся от выполнения предыдущих заданий. Закройщики, которые раскраивают одну партию, образуют временную группу. При этом каждое следующее задание закройщику может быть другим по размерам комплектов деталей и видам изделий, а при раскрое последующей партии иным может быть и состав закройщиков. Этому варианту раскроя присущи недостатки, связанные с необходимостью освоения меняющегося задания, удлинением цикла производства, увеличением потребности в резаках, потерями времени на смену резаков, усложнением оперативного планирования.

При втором варианте постоянные группы закройщиков закрепляются за одноименными партиями материалов для выкраивания комплектов деталей одной, двух или трех разновидностей; кроме того, каждый закройщик внутри группы может иметь постоянное задание. Такая организация раскроя является предпосылкой создания единой поточной линии «раскрой – сборка заготовки – сборка готового изделия».

Определение устойчивых заданий закройщикам на срок до месяца и более способствует увеличению производительности труда и лучшему физическому использованию материалов. Это происходит в результате приобретения закройщиками устойчивых навыков по выполнению рабочих движений, составляющих операцию, и уменьшения времени на обдумывание плана раскроя, сокращения времени обслуживания, приходящегося на один комплект деталей. Величина задания должна позволять закройщику раскраивать большую часть материала путем системного совмещения деталей, что значительно повышает физическое использование материала.

Для вариантов параллельного запуска при большом задании закройщикам, занятым выкраиванием комплектов деталей для разных

моделей обуви определенного наименования, необходимо распределить по группам так, чтобы сократить потребность в резаках. Выбор конкретного варианта запуска зависит от числа моделей выпускаемых изделий, объема выпуска и трудоемкости раскроя одного комплекта.

Для основных отраслей легкой промышленности характерны:

– тяжелые условия труда и высокая физическая загруженность основных рабочих;

– особый характер вспомогательных технологических операций, выполнение которых (например, ликвидация обрыва пряжи) требует точности движений, аккуратности, внимательности. Для выполнения этих ручных операций в считанные секунды необходимы навыки, приобретаемые годами;

– двух- и трехсменный режим работы;

– значительная доля устаревшего оборудования.

В связи с этим в отрасли проводится большая работа по научной организации труда и производства. Пересматриваются действующие и внедряются новые, более прогрессивные нормы, вводятся в действие типовые проекты организации рабочих мест и типовые структуры управления, внедряются передовые приемы и методы труда. В результате проведения работ по научной организации труда обеспечивается примерно четверть общего прироста производительности труда в отрасли.

29.5. Базовые направления повышения эффективности производства в легкой промышленности

Повышение эффективности производственных процессов на предприятиях легкой промышленности в современных условиях обеспечивается по нескольким направлениям, базовым из которых является *совершенствование производственной структуры и внутрифабричная специализация*. Опыт передовых предприятий позволил выработать ряд направлений такого совершенствования, ключевыми из которых являются:

– выделение в самостоятельные производства (или в централизованные подразделения производственных объединений) отдельных частей основного производственного процесса (например, изготовление деталей и заготовок изделий);

– выделение в самостоятельные централизованные производства отдельных вспомогательных процессов (ремонт оборудования, изготовление инструмента и оснастки, приготовление химикатов, клеев и т. д.);

– укрупнение участков, цехов и предприятий, особенно при организации производственных объединений.

Указанные направления связаны со все большим превращением обувных, швейных и кожгалантерейных предприятий в сборочные производства, с упрощением их производственной структуры.

Наряду с этим имеются значительные резервы повышения эффективности производства, заключающиеся в *совершенствовании внутренней производственной структуры цехов* – рациональном формировании участков и поточных линий. Важнейшими требованиями, учитываемыми при формировании участков и потоков, являются:

– реализация принципа специализации производства на основе конструктивно-технологической однородности изготавливаемых деталей, узлов и изделий;

– обеспечение широкого ассортимента изделий по моделям, фасонам и расцветкам;

– обеспечение сезонной смены ассортимента изделий;

– достижение высоких показателей использования оборудования, рабочего времени, производственной площади;

– обеспечение управляемости и мобильности производственных участков и потоков.

Производство обуви, одежды и кожгалантерейных изделий является в значительной мере материалоемким. В связи с этим для повышения эффективности такого производства важнейшее значение имеет не только *рациональное физическое (количественное) использование материала*, но и его целевое использование. При этом необходимо, чтобы предприятие имело ресурсы материалов (кожи, искусственной кожи, ткани), выделенные в соответствии с оптимальным использованием их как по площади, так и по целевому назначению.

Важным направлением совершенствования производства в легкой промышленности также является его *унификация*. В обувной, швейной и кожгалантерейной отраслях промышленности все большее развитие получают следующие основные направления унификации объектов производства:

– унификация применяемых материалов, особенно используемых для изготовления внутренних и промежуточных деталей изделий;

– унификация отдельных деталей и узлов изделия, способов их обработки или сборки;

– унификация изделий в целом – создание конструктивно-унифицированного ряда или семейства моделей.

Унификация объектов производства позволяет уменьшить объем конструкторско-технологических работ и технической документации, сократить сроки подготовки производства и затраты, уменьшить требуемое количество технологической оснастки, снизить трудоемкость изделий и повысить производительность труда (в результате углубления однородности производства и увеличения серии), улучшить качество продукции вследствие тщательной отработки унифицированной конструкции изделия.

От степени унификации объектов производства в значительной мере зависит успешное проведение работ по унификации технологических процессов. Для повышения экономичности производства целесообразно сократить излишнее многообразие вариантов технологических процессов, выбрав и распространив наиболее прогрессивные из них.

Экономия от унификации технологии отражает не только прямой эффект, но и косвенный, связанный с повышением однородности производства, углублением специализации, сокращением сроков освоения новых изделий. Органом управления развитием унификации должны стать созданные на предприятиях бюро или группы стандартизации.

Важным средством снижения затрат на подготовку производства и ускорения сроков освоения новых изделий является унификация технологической оснастки.

Технологическая оснастка – резак, пресс-формы, штампы, шаблоны, инструмент, приспособления, в том числе унифицированные резак со сменными элементами и общей базисной частью. Проведены работы по созданию технической документации на типовые решения средств малой механизации и оснастки. Разработаны альбомы средств малой механизации швейных операций кожгалантерейного производства. Однако в целом степень унификации оснастки в рассматриваемых отраслях легкой промышленности все еще недостаточна.

Важное значение для повышения эффективности производства в легкой промышленности также имеет *совершенствование методов и технологий раскроя материалов* на основе использования прессов периодического действия и качественно новых непрерывных методов резания (токи высокой частоты, луч лазера, плазма) с созданием автоматизированного оборудования. Предпосылкой развития отмеченных методов и автоматизации процессов раскроя является увеличение доли синтетических материалов, используемых на детали изделий.

Другими важнейшими направлениями повышения качества продукции, производительности труда и эффективности производства на предприятиях легкой промышленности являются:

- реконструкция и техническое перевооружение предприятий;
- внедрение прогрессивных материалов и технологических методов обработки;
- расширение использования бригадных форм организации труда;
- развитие предметной формы специализации подразделений;
- организация многостаночной работы.

ТЕМА 30. ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

- Значение, особенности и принципы построения производственных процессов в пищевой промышленности.
 - Организация и оперативное планирование основного производства на предприятиях пищевой промышленности.
 - Структура и специфика работы вспомогательных и обслуживающих хозяйств предприятий пищевой промышленности.
 - Приоритетные направления технического прогресса в пищевой промышленности.
-

30.1. Значение, особенности и принципы построения производственных процессов в пищевой промышленности

Пищевая промышленность является важнейшей промышленной отраслью, производящей предметы конечного потребления. Представленная около 500-ми предприятиями, отрасль обеспечивает выпуск более 16 % общего объема промышленного производства Республики Беларусь. В пищевой промышленности сконцентрировано более 8 % общего объема основных производственных фондов отечественной промышленности и занято более 12 % общей численности промышленно-производственного персонала страны.

Концентрация производства в пищевой промышленности выражена в минимальной степени. На долю восьми крупнейших предприятий приходится менее 20 % общеотраслевого выпуска, что связано с преобладанием в отрасли относительно небольших производств,

имеющих относительно узкую производственную специализацию и обслуживающих преимущественно региональный рынок.

Внутренняя структура пищевой промышленности состоит из большого числа различных производств, которые принято группировать в три базовых подотрасли:

- пищевкусовая промышленность;
- мясная и молочная промышленность;
- рыбная промышленность.

Наиболее важную роль в отраслевом производстве играют мясные и молочные производства, которые обеспечивают выпуск более 50 % общего объема продукции отрасли. В то же время наиболее динамично развивающейся подотраслью пищевой промышленности является рыбная промышленность, для которой характерны темпы роста, втрое превышающие среднеотраслевой уровень. Указанная неравномерность развития подотраслей пищевой промышленности в первую очередь связана с различной степенью их экспортной ориентированности и различной интенсивностью внешнего конкурентного давления, регулируемого системой государственных протекционистских мер.

Производство пищевых продуктов отличается рядом специфических особенностей, влияющих на применяемые в отрасли формы и методы организации производственного процесса. Важнейшими из таких *особенностей* являются следующие:

1. Поскольку основным поставщиком отрасли является сельское хозяйство, для которого характерна сезонность производства, то сырье на пищевые предприятия поступает на переработку неравномерно. По этой причине для обеспечения бесперебойности основного производства предприятия отрасли в значительной степени диверсифицируют структуру своих поставщиков и формируют резервные запасы основных видов сырья.

2. В связи с тем, что основное сырье, полуфабрикаты и готовая продукция предприятий пищевой промышленности в основном являются скоропортящимися, для сохранения их качественных характеристик требуется специальное оборудование и холодильные помещения. Исходя из этого в пищевой промышленности повышенные требования предъявляются не только к организации работы основных производственных подразделений, но и к таким элементам производственной инфраструктуры, как складское, энергетическое и транспортное хозяйство.

3. На предприятиях пищевой промышленности вырабатывается широкий ассортимент продукции, каждый из видов которой имеет свою особую технологию изготовления. В связи с этим различные производства внутри одного и того же предприятия могут оснащаться различным технологическим оборудованием и характеризоваться различным уровнем своей механизации и автоматизации.

4. В пищевой промышленности изначально существует тесная связь между реализацией готовой продукции и удовлетворением спроса населения. По этой причине применяемые на предприятиях отрасли системы оперативного планирования производства в максимальной степени ориентированы на обслуживание постоянно изменяющихся внешних заказов.

В пищевой промышленности, как и в других отраслях, построение производственного процесса осуществляется на основе ряда базовых принципов. Ключевыми из таких принципов для предприятий пищевой промышленности являются:

- ритмичность работы предприятия и равномерность выпуска продукции;
- пропорциональность производственных подразделений;
- параллельность (одновременность) выполнения операций и процессов производства;
- непрерывность производственных процессов.

Ритмичность работы. В пищевой промышленности ритм процесса производства изменяется в зависимости от ежедневного поступления на переработку, а также от условий реализации готовой продукции. В этой связи плановые задания изменяются ежедневно, а следовательно, ежедневно меняется и плановый ритм работы предприятия.

В общем виде плановый ритм производства в пищевой промышленности рассчитывают по формуле

$$R = \frac{T}{A}, \quad (30.1)$$

где R – плановый ритм работы предприятия, ед. времени; T – планируемое время выполнения задания, ед. времени; A – плановое задание по выпуску продукции, нат. ед.

Для расчета планового ритма на смену используется формула

$$R = \frac{T_{\text{см}} - T_{\text{п}}}{A}, \quad (30.2)$$

где $T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, мин; $T_{\text{п}}$ – регламентированные перерывы за смену, мин; A – плановое задание на смену, нат. ед.

Пропорциональность производственных подразделений. Пропорциональность процессов производства определяется путем сопоставления производственной мощности цехов с производительностью оборудования, установленного на рабочих местах по операциям. Величины сравниваемых показателей должны быть выражены в одних и тех же единицах измерения. Например, если мощность цеха убоя и переработки скота выражена в головах крупного рогатого скота за смену, то и производительность конвейеров, боксов для оглушения скота, машин для съемки шкур, электрических пил и другого оборудования, используемого в процессе производства, должна быть выражена в количестве голов крупного рогатого скота, которое с их помощью можно переработать за смену. Аналогично на предприятиях молочной промышленности мощность, например, сырковотворожного цеха должна быть сопоставима с производительностью вальцов, мешалок и другого оборудования.

При расчете уровня пропорциональности производительность оборудования рабочих мест, на которых выполняются одноименные операции, суммируется. Пропорциональность рабочих мест с ручным выполнением операций определяется сопоставлением норм выработки рабочих (в сравнимых единицах измерения) с учетом степени их выполнения по операциям.

Для характеристики пропорциональности процессов используются коэффициенты пропорциональности, которые выражают отношение производительности оборудования или выработки рабочих на операциях к мощности цеха или к производительности ведущего оборудования. К ведущему оборудованию относятся машины и аппараты, установленные на участках производства, где выполняются главные технологические операции.

Пропорциональность производственных подразделений можно определить также путем сопоставления такта работы цеха с тактами рабочих мест и операций.

Величина такта и мощность цеха находятся в обратной зависимости:

$$T = \frac{T_{\text{см}} - T_{\text{п}}}{M_{\text{см}}}, \quad (30.3)$$

где T – такт работы цеха, мин или с на единицу изделия; $T_{см}$ – продолжительность смены, ед. времени; $T_{п}$ – регламентированные пере­рывы в работе цеха; $M_{см}$ – мощность цеха за смену.

Такт рабочего места определяют по формуле

$$T_p = \frac{T_{см} - T_{п}}{П_{смр}}, \quad (30.4)$$

где T_p – такт рабочего места, ч, мин или с на единицу изделия; $П_{смр}$ – суммарная производительность оборудования на рабочем мес­те за смену, нат. ед.

При выполнении операции вручную такт рабочего места опре­деляется расчетом

$$T_p = \frac{H}{P}, \quad (30.5)$$

где H – норма времени на единицу изделия с учетом степени выпол­нения норм выработки, чел.-ч или чел.-мин; P – число рабочих, вы­полняющих операцию на одном рабочем месте.

Пропорциональность между операциями обеспечивается путем подбора оборудования на рабочие места в соответствии с мощностью цеха, а также организацией соответствующего количества рабочих мест на каждой операции. Число рабочих мест на операции определя­ется расчетом

$$C_{р.м} = \frac{T_p}{T}. \quad (30.6)$$

Величина такта операции связана с тактом рабочих мест, на ко­торых она выполняется:

$$t = \frac{T_p}{C_{р.м}}, \quad (30.7)$$

где t – такт операции на единицу изделия; T_p – такт рабочего места на единицу изделия; $C_{р.м}$ – число рабочих мест, на которых выполня­ется операция.

Сопоставление такта работы цеха с плановым ритмом дает воз­можность определить соответствие задания мощности цеха и устано­вить степень ее использования.

Параллельность выполнения операций и процессов производства. Этот принцип основан на одновременном выполнении операций, фаз, этапов или частей производственного процесса. Например, операции обвалки и жиловки мяса на колбасных заводах выполняются одновременно. Вместе с тем каждая из них выполняется параллельно на нескольких рабочих местах.

Параллельное выполнение операций может быть полным и частичным. При полном совмещении время выполнения одной операции полностью перекрывается временем выполнения другой. При частичном совмещении одна из операций частично перекрывает время выполнения другой. Время их одновременного выполнения меньше продолжительности каждой.

Параллельность операций характеризуется соответствующим коэффициентом:

$$K_{\Pi} = \frac{\tau}{t_{\min}}, \quad (30.8)$$

где τ – время параллельного выполнения операций; t_{\min} – меньшая продолжительность одной из двух смежных операций, выполняемых параллельно.

Параллельное выполнение операций сокращает длительность производственного цикла. Степень сокращения цикла зависит от степени параллельности операций и определяется следующим коэффициентом:

$$K_c = \frac{\sum_{i=1}^{m-1} \tau_i}{\sum_{i=1}^{m-1} t_i}, \quad (30.9)$$

где m – число операций процесса производства; τ_i – время совмещения по i -й паре операций; t_i – продолжительность i -й операции.

Коэффициент параллельности производственного процесса может определяться по формуле

$$K_c = \frac{\sum_{i=1}^{m-1} \tau_i}{T_{\Pi}}, \quad (30.10)$$

где T_{Π} – длительность производственного цикла.

Непрерывность производственного процесса. Непрерывность является условием максимального сокращения незавершенного производства и производственного цикла. Особенно важно соблюдать непрерывность производственного процесса на предприятиях мясной и молочной промышленности, где сырье и материалы не могут храниться долгое время без охлаждения, замораживания или других способов консервирования. Порча сырья в результате неправильного хранения вызывает большие убытки, которые невозможно возместить за счет экономии на других расходах из-за высокой стоимости сырья и материалов.

Наряду с соблюдением непрерывности обработки сырья в процессе производства продукции важно не допускать непредусмотренных перерывов в работе рабочих и оборудования в течение рабочего времени. Перерывы в их работе возникают из-за отсутствия сырья, материалов, электроэнергии, технического обслуживания и вызывают потери рабочего времени. Чтобы ликвидировать или уменьшить простои на рабочих местах, создаются запасы сырья и материалов, что и приводит к нарушению непрерывности. Организация непрерывного производства возможна на основе создания пропорциональности в работе различных его участков и обеспечении ритмичности.

30.2. Организация и оперативное планирование основного производства на предприятиях пищевой промышленности

Структура основного производства на предприятиях пищевой промышленности определяется спецификой соответствующей подотрасли. Пример структуры основного производства мясокомбината представлен на рис. 30.1.

В пищевой промышленности, как и в других отраслях, формирование производственной структуры пищевых предприятий также осуществляется за счет специализации подразделений по трем различным признакам: предметному, технологическому и смешанному. *Предметная структура* характеризуется тем, что каждый участок или цех занят производством только одного или нескольких сходных друг с другом видов готовой продукции (колбасные и субпродуктовые цехи в мясной промышленности, сыродельные, творожные и молочно-консервные цехи в молочной промышленности и т. д.). Построение производственной структуры по *технологическому признаку* предполагает специализацию цехов и производственных участков на

выполнении однородных технологических процессов (шприцовочный, термический, разделочный цехи и т. д.). Производственная структура, построенная по *смешанному* признаку, означает организацию производства в некоторых цехах по предметному принципу, а в других – по технологическому. На мясоперерабатывающих комбинатах по предметному принципу работают цехи (участки) по производству сосисок, свинокоченостей, сырокопченых колбас, котлет, полуфабрикатов; по технологическому – цехи (участки) сырьевые (обвалка и жиловка), машинно-технологические (измельчение мяса, приготовление фарша) и шприцовочные (набивка фарша в оболочку). В целом, смешанный тип производственной структуры является наиболее распространенным в отрасли.

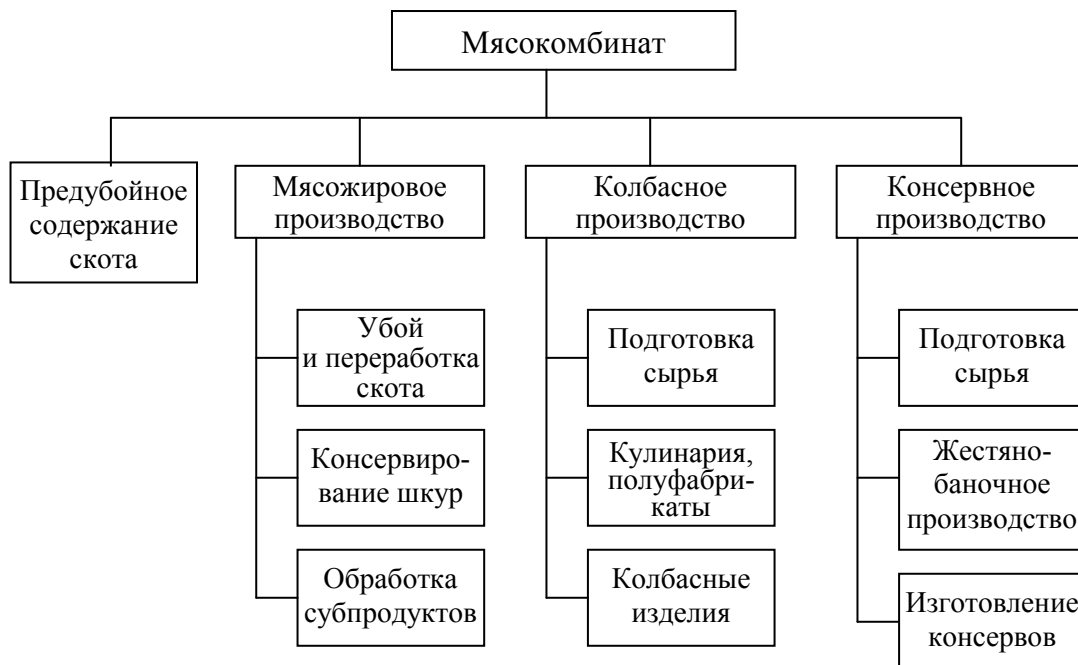


Рис. 30.1. Типовая структура основного производства мясокомбината

Значительную роль в формировании структуры основного производства предприятий пищевой промышленности играет производственное комбинирование. *Комбинирование* предусматривает соединение в одном предприятии разных производств, представляющих собой последовательные ступени обработки сырья или играющих вспомогательную роль по отношению друг к другу. Комбинирование производства, основанное на использовании одного и того же сырья для производства разнообразных изделий, широко применяется в мясной и молочной промышленности. На предприятиях мясной про-

мышленности часто объединяют убой скота и производство мяса с изготовлением полуфабрикатов, консервов, копченостей, кулинарных изделий, медицинских препаратов, кормовой муки и др. В молочной промышленности комбинируют производство цельномолочной продукции, сырковотворожных изделий, масла на основе использования сырого молока. Комплексное использование сырья на комбинатах пищевой промышленности приводит к сложному переплетению различных технологических процессов, объединению в границах одного предприятия различных отраслей производства. Благодаря производственному комбинированию обеспечивается высокая степень использования исходного сырья и минимизация отходов производства.

Построение основного производства пищевых предприятий во времени может осуществляться в трех традиционных формах: последовательной, параллельной и последовательно-параллельной. Последовательная форма движения предметов труда в пищевой промышленности из-за ее неэкономичности используется крайне редко. Исключения составляют операции первичной обработки сырья в мясной и рыбной промышленности. Более распространенными являются параллельная и последовательно-параллельная формы движения, первая из которых применяется при изготовлении значительного количества одноименных изделий (в сырковом, консервном производствах и т. д.), а вторая используется при значительном объеме выпуска продукции на участках с неравномерной производительностью оборудования или частичной синхронизацией операций. Примером такого производства в мясной промышленности может служить изготовление колбасных изделий.

Оперативно-производственное планирование на предприятиях пищевой промышленности увязывает работу разных органов управления предприятия, регулирует их деятельность и обеспечивает наиболее рациональные формы взаимодействия не только внутри предприятия и его цехов, но также и с поставщиками сырья и потребителями готовой продукции. Предприятия пищевой промышленности, как правило, работают по ежедневно меняющимся заказам торговли. В связи с этим определение суточных заданий предприятию по выпуску продукции путем деления месячных планов на число рабочих дней в месяце было бы неверным. Как показала практика, потребность рынка в различных видах пищевой продукции резко колеблется как по времени года, так и в течение недели. Так, в теплые периоды года относительно возрастает спрос на копченые колбасы и уменьшается на вареные, в начале и сере-

дине недели относительно возрастает потребление колбасных изделий, а в конце недели – натуральных мясных продуктов. Аналогичная ситуация складывается с молочными, рыбными продуктами и т. д.

Изменяющийся спрос потребителей на пищевые продукты находит свое отражение в заявках торговых организаций предприятиям. В идеальном случае плановые задания по выпуску продукции на день можно было бы определить в соответствии с заявками торговых организаций, учитывая при этом производственные возможности предприятия. Однако на практике взаимоотношения предприятий пищевой промышленности и организаций торговли во многих случаях складываются таким образом, что ежедневные заявки торговли о необходимом ассортименте продукции доводятся до производства с опозданием, когда учесть их уже невозможно. В таких условиях для достижения большей гибкости в работе, а также для снабжения рынка необходимым ассортиментом изделий мясной и молочной промышленности применяется метод оперативно-производственного планирования, получивший название «стандартная неделя».

При использовании метода «стандартная неделя» весь ассортимент изделий, запланированный к выпуску, разбивается на группы, из которых производится набор разнообразных продуктов. Набор «стандартной недели» включает ограниченное число наименований продукции, позволяющий удовлетворить основные потребности населения на неделю, а также более полно использовать производственные мощности предприятия, сырье и рабочую силу. Таких наборов составляют несколько. Комбинируя «стандартные недели» в различных вариантах, добиваются изготовления продукции в ассортименте, запланированном на месяц. На предприятиях пищевой промышленности процесс оперативного планирования производства осуществляется непрерывно и циклично. Непрерывность оперативно-производственного планирования обеспечивают:

- соблюдение строгого ритмичного выпуска продукции в запланированном ассортименте;
- соблюдение пропорций между цехами и участками производства;
- закрепление позиций плана за отдельными участками производства;
- рациональное распределение задания между цехами и участками.

Внедрение непрерывного оперативного планирования на предприятии проводится в следующем порядке:

1) разрабатывается методика непрерывного оперативного планирования применительно к условиям производства и с учетом его особенностей;

2) составляется план суточного выпуска продукции или план выполнения работ с учетом технологических особенностей данного производства;

3) рассчитывается ежедневная потребность сырья, а также основных и вспомогательных материалов;

4) составляется оперативный план материально-технического снабжения;

5) цехи оснащаются картотеками пропорциональности, в которых ведется учет выполнения работ, изготавливаются таблицы претензий, а также создаются картотеки обеспечения цехов сырьем, основными и вспомогательными материалами;

6) организуется заполнение цехами карточек учета выработки продукции и формируется система движения учетной информации между цехами и плановыми службами предприятия.

30.3. Структура и специфика работы вспомогательных и обслуживающих хозяйств предприятий пищевой промышленности

Как было показано выше, вспомогательные и обслуживающие хозяйства предприятий пищевой промышленности играют важную роль в функционировании основного производства, поскольку напрямую обеспечивают его бесперебойность и позволяют сохранять качественные характеристики сырья и готовой продукции.

К числу вспомогательных и обслуживающих хозяйств предприятий пищевой промышленности относятся:

- энергетическое хозяйство;
- ремонтное хозяйство;
- тарное производство;
- складское хозяйство;
- внутризаводской транспорт.

Энергетическое хозяйство пищевых предприятий обычно бывает представлено котельной, электростанцией, компрессорными и холодильными установками. Электроэнергия на пищевые предприятия поступает, как правило, со стороны и лишь отдельные комбинаты имеют собственные электростанции небольшой мощности. Пар и горячую воду перерабатывающие предприятия получают в основном в

собственных котельных, а в некоторых случаях от расположенных вблизи котельных других предприятий. В настоящее время наиболее целесообразным является использование газифицированных котельных, которые более экономичны, чем традиционные котельные на жидком топливе и угле, позволяют вырабатывать пар высокого давления, исключают завоз топлива и вывоз шлака, повышают производительность труда энергетического персонала и улучшают санитарно-гигиенические условия производства. Все мясо- и птицекомбинаты имеют собственные производственные холодильники различной мощности (от 100 до 5000 т хранения), а некоторые предприятия пользуются услугами распределительных холодильников. Контроль за рациональным использованием электроэнергии, пара, горячей воды, холода и газа осуществляется службой главного энергетика предприятия с помощью специальных измерительных приборов.

Организационные формы и методы работы ремонтного и складского хозяйств предприятий пищевой промышленности аналогичны тем, которые используются предприятиями других отраслей.

Значительную роль в функционировании пищевых предприятий играет *тарное производство*, которое обеспечивает предприятия тарой, производит ее комплектование и ремонт. На ряде предприятий имеется собственное жестяно-баночное производство, обеспечивающее бесперебойную работу основных цехов по выпуску консервов и яичного меланжа.

Внутризаводской транспорт предназначен для перемещения грузов внутри предприятия, вывоза готовой продукции и отходов. Осуществляя на предприятиях производственную связь между складами, цехами, участками и рабочими местами, промышленный транспорт является органической частью материально-технической базы процесса производства. Поэтому бесперебойная работа предприятий во многом зависит от строгой согласованности транспортных операций и процессов производства. Расходы по транспортным операциям составляют значительный удельный вес в себестоимости продукции предприятий пищевой промышленности.

Применяемые в пищевой промышленности средства внутризаводской транспортировки отличаются определенной спецификой, определяемой особыми свойствами объектов транспортировки (сырья, полуфабрикатов и готовой продукции). Так, на предприятиях мясной промышленности в цехах убоя скота и разделки туш, в цехах по переработке птицы и кроликов подвесные пути служат средствами орга-

низации технологических поточных линий. Преимущества подвесных путей заключаются в том, что при их использовании:

- исключается возможность загрязнения продукции в процессе переработки;

- создаются условия обработки продукции со всех сторон без дополнительных перевалочных операций и каких-либо приспособлений;

- обеспечивается возможность поддерживать в цехах требуемые санитарно-гигиенические условия;

- по требованию ветеринарно-санитарного контроля продукция, находящаяся на подвесных путях, может быть выведена из потока или включена в него;

- облегчаются условия работы и повышается производительность труда.

В мясной и молочной промышленности широко применяются устройства для принудительного перемещения по трубам мясопродуктов, молока и молочной продукции. Такие устройства состоят из приемного резервуара, приспособления для создания напора, системы труб, арматуры и аппаратуры для перекачиваемой массы от приемного резервуара до выдачи этой массы в устройства для их приема, предохранительных устройств и приборов, автоматизирующих работу. Продукция транспортируется по трубам на значительные расстояния, измеряемые сотнями метров (при перекачивании молока, жира, фузы, шквары, каньги, мягких конфискатов и проч.).

В зависимости от перекачиваемой массы трубы прокладываются с соответствующим уклоном: на линиях подачи продукции самотеком уклон необходим для создания напора, на линии принудительной подачи продукции – для стока воды, подаваемой для промывки труб и полного освобождения их от продукции. В трубопроводах для транспортировки жира, фузы, шквары и клеевых вод, а также смывных вод, содержащих жир, необходимо предусматривать возможность продувки их острым паром, а для предотвращения застывания перекачиваемой массы трубы снабжают паровой обогревающей рубашкой.

При осуществлении внешних перевозок (завоз сырья и доставка готовой продукции) предприятиями пищевой промышленности применяются в основном маятниковая и кольцевая системы перевозок.

При маятниковой системе транспортные средства перевозят грузы по назначению и возвращаются в исходную точку. Если перемещение грузов идет в одном направлении, транспортные средства возвращаются порожняком. Вследствие этого при маятниковой системе почти 50 % пробега механизмов не используется.

При кольцевой системе перевозок транспортные средства обслуживают заранее намеченные точки, объединенные замкнутым маршрутом. Для этого разрабатываются твердые маршруты перевозок и устанавливается порядок сдачи грузов и приемки новых грузов для последующей перевозки к месту назначения. Кольцевая система является наиболее экономичной, так как транспортные средства используются наиболее полно, устраняются холостые пробеги, увеличивается количество перевозимого груза и снижается стоимость расходов, связанных с эксплуатацией транспортных средств. Характерным примером кольцевой системы перевозок грузов является завоз мясных и молочных продуктов в торговые точки по заранее установленному маршруту и расписанию времени работы транспорта. По кольцевой системе в большинстве случаев производится сбор и доставка молока, сливок, творога и других молочных продуктов на предприятия.

При составлении графика кольцевой сборки сырья (завоза готовой продукции в торговые точки) необходимо установить маршруты, при которых обеспечивается наилучшее сохранение качества доставляемого сырья (продукции) и достигаются наименьшие транспортные расходы. При одинаковом качестве дорог себестоимость перевозки продукции при кольцевой системе в большинстве случаев находится в прямой зависимости от общего количества тонно-километров. Поэтому при организации кольцевой системы перевозок грузов следует так установить отдельные маршруты, чтобы общая сумма тонно-километров транспортных средств была наименьшей. Для этого предварительно намечаются различные варианты маршрутов и в дальнейшем делается оценка по их количеству тонно-километров.

Транспортировка скота на мясокомбинаты наиболее часто осуществляется по железным дорогам, автогужевым транспортом, гонном и водным путем.

Перевозки по железным дорогам и автомобильным транспортом являются основными способами доставки животных на мясокомбинаты, расположенные в крупных городских центрах. При железнодорожных перевозках скота обеспечивается сохранение его живой массы, предупреждается заражение животных и предотвращается возможное распространение инфекционных заболеваний.

С помощью автогужевого транспорта обеспечивается доставка скота на мясокомбинаты из сырьевых зон, расположенных на небольших расстояниях от предприятия. С расширением автомобильного парка и улучшением качества дорог перевозки скота на машинах

становятся для многих предприятий основным способом доставки сырья. Для перевозки скота используются бортовые машины, автомашины с крытым кузовом и решетчатыми бортами. Перевозка скота в автофургонах более чем в 2 раза дешевле перевозки в железнодорожных вагонах. Специализированные машины имеют приспособления, облегчающие погрузку и выгрузку скота. При перевозке скота автомобильным транспортом резко сокращается время нахождения животных в пути, отпадает необходимость кормления и поения скота во время транспортировки, до минимума сокращаются потери живой массы. Автогужевые перевозки обеспечивают ритмичную подачу сырья на переработку; при этом создаются условия для разработки часовых графиков доставки сырья.

Перевозка молока и молочных продуктов на молокоперерабатывающие предприятия имеет ряд особенностей. Сырье должно быть доставлено на предприятия в короткие сроки с сохранением его первоначальных свойств при условии исключения физической и бактериальной загрязненности. В связи с этим предъявляются особые санитарно-гигиенические требования к емкостям, в которых транспортируются сырье и продукция.

Применение железнодорожного транспорта для перевозок молока несколько ограничено, особенно в летнее время в районах с жарким климатом. В железнодорожных цистернах молоко доставляется в основном на крупные молочные комбинаты. Цистерны, в которых перевозится молоко, изготавливают из нержавеющей стали емкостью от 1 до 26 т. Цистерны малой емкости, как правило, помещают в изотермических вагонах, а цистерны емкостью от 6 т и выше устанавливают непосредственно на железнодорожной платформе.

Основная доля перевозок молока и молочных продуктов приходится на автомобильный транспорт. Для транспортировки молока и молочных продуктов используют автофургоны, авторефрижераторы, специализированные автоцистерны и обычные бортовые машины. Широкое распространение получили перевозки молока в автоцистернах.

30.4. Приоритетные направления технического прогресса в пищевой промышленности

На современном этапе развития отраслевого производства ключевыми направлениями научно-технического прогресса в отрасли пищевой промышленности являются:

1. Расширение использования средств комплексной механизации и автоматизации производства. На сегодняшний день в пищевой промышленности большинство производственных процессов уже механизировано и автоматизировано, однако такая механизация и автоматизация является лишь частичной. Примером частичной автоматизации в мясной промышленности является применение автоматических боксов при убое скота, автоматических устройств для посадки туш на конвейер, автоматических шприцев-дозаторов в колбасном производстве, пельменных и котлетных автоматов и др. Важнейшим направлением совершенствования производства в таких условиях является не внедрение отдельных автоматизированных линий, а формирование целостных комплексно-автоматизированных производств, в которых единая автоматизированная система управления охватывала бы все стадии производственного процесса и позволяла бы им протекать без непосредственного участия человека. Примерами таких комплексно-автоматизированных производств могут служить цехи-автоматы по производству сосисок, автоматизированные цехи по переработке скота и т. д.

2. Повышение уровня электрификации производственных процессов. Электрификация способствует совершенствованию производственно-технической базы и росту ее технической оснащенности, обеспечивает интенсификацию технологических процессов, повышает культуру производства, облегчает условия труда, так как электричество можно подвести к рабочему месту. Электроэнергия на предприятиях пищевой промышленности используется в силовых процессах для приведения в движение различных машин, конвейеров, транспортеров, а также в технологических процессах при убое скота (электрооглушение), выработке готовой продукции (применение токов промышленной и высокой частоты для ускорения процессов варки и копчения мясопродуктов, изготовление оболочки для колбасных изделий, фасовка полуфабрикатов в пленку, обработка продукции ультразвуком и др.). Степень использования электроэнергии в пищевой промышленности характеризуется коэффициентами электрификации производства и технологических процессов, а также электровооруженностью труда. Коэффициент электрификации технологических процессов представляет собой отношение количества электроэнергии, используемой на технологические нужды, к общему количеству потребленной электроэнергии в производственных целях.

3. Химизация производства. Сущность химизации производства заключается в последовательном внедрении химических методов обработки сырья и полуфабрикатов. Вместе с тем химизация означает применение новых химических материалов для ускорения технологических процессов, повышения качества хранения, консервирования и упаковки. Характерной тенденцией развития химизации в пищевой промышленности является применение в производстве химических веществ, консервантов, стабилизаторов, катализаторов, ферментов, антибиотиков, полимерных материалов, синтетических моющих и дезинфицирующих средств. Применение химических методов и материалов позволяет полнее использовать сырье в результате сокращения его потерь и увеличения выхода готовой продукции, интенсифицировать технологические процессы, сохранять качество готовой продукции, увеличивать длительность ее хранения, создавать новые виды продукции. Полимерные материалы используют для упаковки почти всех видов изделий пищевой промышленности. Использование многослойных комбинированных материалов позволяет вырабатывать, например, консервы в пленке и стерилизовать их непосредственно в упаковке. Широкие перспективы открывает применение полимерных материалов для оснащения производства, в частности в качестве трубопроводов, инвентаря и др.

4. Расширение применения искусственного холода. Искусственный холод – один из наиболее совершенных методов сохранения качества пищевых продуктов. В связи с этим масштабы и эффективность применения искусственного холода для термической обработки и хранения пищевой продукции непрерывно возрастают. Необходимость увеличения холодообеспеченности пищевой промышленности обуславливается ростом объемов производства, изменением ассортимента продукции, новыми тенденциями в развитии промышленности (производство вторых быстрозамороженных блюд, кулинарных изделий, расширение выпуска охлажденной продукции и др.). Технический прогресс в области холодильной обработки пищевой продукции заключается в более широком применении морозильных аппаратов для технологических целей, создании камер хранения продукции увеличенной емкости, хранении охлажденного замороженного мяса в основном в упакованном виде и др.

Литература

1. Аникин, Б. А. Аутсорсинг и аутстаффинг / Б. А. Аникин. – Москва : Инфра-М, 2006. – 288 с.
2. Вайсберг, Л. Э. Управление и организация производством на металлургическом заводе / Л. Э. Вайсберг. – Москва : Металлургиздат, 1963. – 384 с.
3. Вумек, Дж. Бережливое производство / Дж. Вумек, Д. Джонс ; пер. с англ. – Москва : Альпина Бизнес Букс, 2004. – 473 с.
4. Грацерштейн, Н. П. Организация и планирование производства на предприятиях цветной металлургии / Н. П. Грацерштейн. – Москва : Металлургиздат, 1977. – 563 с.
5. Золотогоров, В. Г. Организация и планирование производства : практ. пособие / В. Г. Золотогоров. – Минск : ФУА-информ, 2001. – 528 с.
6. Ипатов, М. И. Экономика, организация и планирование технической подготовки производства / М. И. Ипатов, О. Г. Туровцев. – Москва : Высш. шк., 1987. – 319 с.
7. Йордан, Э. Аутсорсинг: конкуренция в глобальной погоне за производительностью / Э. Йордан ; пер. с англ. – Москва : Лори, 2006. – 367 с.
8. Календжян, С. О. Аутсорсинг и делегирование полномочий / С. О. Календжян. – Москва : Дело, 2003. – 272 с.
9. Калмыков, Н. Н. Экономика, организация и планирование в химической промышленности / Н. Н. Калмыков, С. А. Вайсбейн. – Москва : Химия, 1973. – 328 с.
10. Клименко, В. Л. Экономика химической промышленности / В. Л. Клименко, П. П. Табурчан. – Ленинград : Химия, 1990. – 288 с.
11. Кожевников, Е. А. Экономика управления энергетическим предприятием / Е. А. Кожевников. – Москва : Высш. шк., 2002. – 125 с.
12. Краюхин, Г. А. Планирование на предприятиях машиностроительной промышленности : учеб. для вузов / Г. А. Краюхин. – Москва : Высш. шк., 1984. – 312 с.
13. Кремнев, Г. Р. Управление производительностью и качеством: 17-модульная программа для менеджеров «Управление развитием организации». Модуль 5 / Г. Р. Кремнев. – Москва : Инфра, 1999. – 312 с.
14. Кузьмин, Б. Е. Организация, планирование и управление в энергетике / Б. Е. Кузьмин. – Москва : Наука, 1982. – 238 с.

15. Леошкин, А. П. Организация труда и управления на предприятиях химической промышленности / А. П. Леошкин, Б. В. Лейтман. – Москва : Химия, 1974. – 256 с.
16. Летенко, В. А. Организация машиностроительного производства. Теория и практика / В. А. Летенко, О. Г. Туровцев. – Москва : Машиностроение, 1982. – 208 с.
17. Михайлов, Д. М. Аутсорсинг: новая система организации бизнеса / Д. М. Михайлов. – Москва : Кнорус, 2006. – 256 с.
18. Монден, Я. «Тоета»: Методы эффективного управления / Я. Монден ; сокр. пер. с англ. – Москва : Экономика, 1989. – 288 с.
19. Мугандин, С. И. Организация, планирование и управление на деревообрабатывающих и лесохимических предприятиях / С. И. Мугандин, В. И. Мосягин. – Москва : Лесная пром-сть, 1990. – 352 с.
20. Новицкий, Н. И. Организация производства на предприятиях : учеб.-метод. пособие / Н. И. Новицкий. – Москва : Финансы и статистика, 2003. – 392 с.
21. Организация и планирование машиностроительного производства (производственный менеджмент) : учебник / под ред. Ю. В. Скворцова. – Москва : Высш. шк., 2003. – 470 с.
22. Организация и планирование машиностроительного производства : учебник / под ред. М. И. Ипатова. – Москва : Высш. шк., 1988. – 367 с.
23. Организация производства : учебник / под ред. О. Г. Туровцева. – Воронеж : ВГТУ, 1993. – 384 с.
24. Организация, планирование и управление деятельностью промышленного объединения (предприятия) : учебник / под ред. В. В. Осмоловского. – Минск : Выш. шк., 1984. – 350 с.
25. Организация, планирование и управление машиностроительным предприятием : учебник : в 2 ч. Ч. 2. Внутривзаводское планирование / под ред. В. А. Летенко и Б. Н. Родионова. – Москва : Высш. шк., 1979. – 232 с.
26. Организация, планирование и управление машиностроительным производством : учеб. пособие / под общ. ред. Б. Н. Родионова. – Москва : Машиностроение, 1989. – 328 с.
27. Организация, планирование и управление предприятием машиностроения / под ред. И. М. Разумова. – Москва : Машиностроение, 1982. – 544 с.
28. Пелих, С. А. Операционный менеджмент : учеб. пособие / С. А. Пелих, А. И. Гоев. – Минск : БГЭУ, 2001. – 182 с.

29. Петров, Б. С. Организация, планирование и управление на деревообрабатывающих предприятиях : учеб. для вузов / Б. С. Петров, В. Н. Окладский, Р. П. Акимова. – Москва : Лесная пром-сть, 1980. – 352 с.
30. Поляк, В. В. Экономика цветной металлургии СССР / В. В. Поляк. – Москва : Наука, 1984. – 298 с.
31. Производственный менеджмент : учебник / под. ред. В. А. Козловского. – Москва : ИНФРА-М, 2003. – 574 с.
32. Радиевский, М. В. Оперативное управление промышленным производством / М. В. Радиевский. – Минск : Беларусь, 1985. – 127 с.
33. Самсонов, В. С. Экономика предприятий энергетического комплекса / В. С. Самсонов. – Москва : Инфра, 2001. – 272 с.
34. Сачко, Н. С. Организация и оперативное управление машиностроительным производством : учебник / Н. С. Сачко. – Минск : Новое знание, 2005. – 636 с.
35. Соколицын, С. А. Организация и оперативное управление машиностроительным производством : учеб. для вузов / С. А. Соколицын, Б. И. Кузин. – Ленинград : Машиностроение, 1988. – 527 с.
36. Фатхутдинов, Р. А. Организация производства : учебник / Р. А. Фатхутдинов. – Москва : ИНФРА-М, 2002. – 672 с.
37. Фатхутдинов, Р. А. Производственный менеджмент : учеб. для вузов / Р. А. Фатхутдинов. – Москва : Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. – 447 с.
38. Харрингтон, Дж. Х. Управление качеством в американских корпорациях / Дж. Х. Харрингтон ; сокр. пер. с англ. – Москва : Экономика, 1990. – 272 с.
39. Шах, А. Д. Организация, планирование и управление предприятием химической промышленности / А. Д. Шах, С. З. Погостин. – Москва : Высш. шк., 1974. – 440 с.
40. Экономика деревообрабатывающей промышленности : учеб. для вузов / Е. К. Алтухова [и др.]. – Москва : Экология, 1991. – 352 с.

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

Карпенко Елена Михайловна
Комков Сергей Юрьевич

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Учебное пособие

Электронный аналог печатного издания

Редакторы: *Н. Г. Мансурова*
Н. В. Гладкова
Компьютерная верстка *Н. Б. Козловская*

Подписано в печать 24.06.10.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 30,22. Уч.-изд. л. 32,44.

Изд. № 159.

E-mail: ic@gstu.by

<http://www.gstu.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:

Издательский центр учреждения образования

«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0549424 от 08.04.2009 г.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.