



Министерство образования Республики Беларусь

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

Кафедра «Гидропневмоавтоматика»

Г. С. Кульгейко, Е. Э. Дмитриченко

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

ПРАКТИКУМ

**по одноименному курсу
для студентов специальности 1-36 01 07
«Гидропневмосистемы мобильных
и технологических машин»
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2015

УДК 621.0(075.8)
ББК 34.5я73
К90

*Рекомендовано научно-методическим советом
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 9 от 12.05.2014 г.)*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Технология машиностроения»
ГГТУ им. П. О. Сухого *И. В. Царенко*

Кульгейко, Г. С.
К90 Основы технологии машиностроения : практикум по одноим. курсу для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» днев. и заоч. форм обучения / Г. С. Кульгейко, Е. Э. Дмитриченко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2015. – 27 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: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Рассмотрены этапы построения и расчета технологических процессов.
Для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» дневной и заочной форм обучения.

УДК 621.0(075.8)
ББК 34.5я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2015

Введение

Практикум написан для студентов, обучающихся по специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин», в соответствии с программой курса «Основы технологии машиностроения».

Практикум базируется на материале дисциплин: «Технология материалов», «Нормирование точности и технические измерения», «Материаловедение» и др.

Практические навыки полученные в процессе изучения практикума могут быть применены в дальнейшем в курсовом проекте по дисциплине «Технология гидропневмоприводов», в дипломном проектировании и для решения практических задач на производстве.

Цель: овладение студентами основными принципами и методикой разработки технологических процессов, обучение студентов применению систематизированных знаний, умений и навыков разработки технологических процессов обработки деталей машин требуемого качества в установленном количестве и в заданные сроки при высоких технико-экономических показателях.

Для получения прочных знаний сначала необходимо изучить материал лекций и материал в теоретической части каждого раздела. При решении задач нужно четко определить о чем говорится в условии, какие рекомендации необходимо применять, уяснить порядок действий.

1. Практическое занятие №1

Определение типа производства

1.1. Общие сведения

В зависимости от спроса на изделия машиностроительного производства, они изготавливаются в различных количествах. Это обстоятельство является главным фактором при определении объема и программы выпуска изделий любого машиностроительного завода.

Различие объемов выпуска машин привело к условному разделению производства на три типа: единичное, серийное и массовое [1].

Единичное производство – это изготовление заготовок, деталей и машин, характеризуемое малым объемом выпуска. При этом считают, что выпуск этих заготовок, деталей и машин не повторяется по неизменяемой конструкторской документации.

Серийное производство – это периодическое изготовление заготовок, деталей и машин повторяющимися партиями по неизменяемой конструкторской документации в течение продолжительного промежутка календарного времени. Производство изделий осуществляется партиями, при этом возможна партия из одного изделия. В зависимости от объема выпуска этот тип производства делят на мелко-, средне- и крупносерийное.

Массовое производство – непрерывное изготовление заготовок, деталей или машин в больших объемах по неизменяемой конструкторской документации продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна и та же операция. Для массового производства характерна узкая номенклатура и большой объем выпуска изделий.

Отнесение производства к тому или иному типу определяется не только объемом выпуска, но и особенностями самих изделий. Например, изготовление переходной модели автомобиля в количестве нескольких тысяч штук будет представлять единичное производство, поскольку повторное изготовление этих автомашин не предполагается. В то же время изготовление тяжелых прессов при объеме выпуска менее одной штуки в год можно считать серийным производством, если их выпуск по неизменяемой конструкторской документации будет повторяться.

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{з.о}$, который показывает отношение суммарного числа раз-

личных технологических операций равной трудоемкости, выполняемых или подлежащих выполнению подразделением в течение месяца, к числу рабочих мест. Для различных типов машиностроительного производства $K_{3.0}$ может принимать следующие значения:

для массового производства	$K_{3.0} = 1$
для крупносерийного производства	$1 < K_{3.0} \leq 10$
для среднесерийного производства	$10 < K_{3.0} \leq 20$
для мелкосерийного производства	$20 < K_{3.0} \leq 40$
для единичного производства	$40 < K_{3.0}$

1.2. Методика решения задачи

Для определения коэффициента закрепления операций $K_{3.0}$ необходимо выполнить расчет в следующей последовательности.

Вначале необходимо определить годовой объем выпуска деталей по следующей формуле:

$$N = N_1 \cdot p \cdot \left(1 + \frac{a}{100}\right), \quad (1.1)$$

где N_1 – заданный годовой объем выпуска изделий, шт./год;

p – количество деталей в изделии, шт.;

a – процент от годовой программы дополнительно изготавливаемых деталей, при учебном проектировании $a = 5...10\%$.

В данной работе структура (маршрут) технологического процесса, размер партии деталей, а также подготовительно-заключительное ($T_{ПЗ}$) и штучное время ($T_{шт}$) являются заданными величинами, поэтому штучно-калькуляционное время можно определить по формуле:

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{T_{i.c}}{n} + T_{\text{шт}}, \quad (1.2)$$

где $T_{ПЗ}$ – подготовительно-заключительное время на партию деталей;

n – количество деталей в партии, на которую отводится подготовительно-заключительное время;

$T_{шт}$ – штучное время.

При расчете количества станков для выполнения каждой операции необходимо выдвинуть гипотезу относительно типа производства (для выбора значения $K_{3.H}$) и воспользоваться формулой:

$$m_D = \frac{N \cdot T_{\text{шт-к}}}{60 \cdot F_A \cdot \hat{E}_{c.i.}}, \quad (1.3)$$

где N – объем выпуска деталей, шт/год;

$T_{\text{шт-к}}$ – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени, ($F_{\text{д}} = 2030$ час. – при односменном режиме работы и $F_{\text{д}} = 4060$ час. – при двухсменном);

$K_{3.Н}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования (для мелкосерийного $K_{3.Н} = 0,9$; для среднесерийного $K_{3.Н} = 0,8$; для крупносерийного и массового – $K_{3.Н} = 0,75$).

Далее по каждой операции выполняем расчет фактического коэффициента загрузки оборудования по формуле:

$$K_{3.Ф} = \frac{m_P}{P}, \quad (1.4)$$

где P – принятое число рабочих мест, которое определяется округлением расчетного количества станков m_P до ближайшего большего целого значения.

Количество операций равнозначной трудоемкости, выполняемых на рабочем месте, определяется по формуле:

$$O = \frac{K_{3.Н}}{K_{3.Ф}}, \quad (1.5)$$

Результаты расчета параметров для определения типа производства сведем в таблицу 2.1. После заполнения всех граф таблицы подсчитываем суммарные значения для O и P , определяем $K_{3.О}$ и тип производства.

Коэффициент закрепления операций определим, используя формулу:

$$K_{3.О} = \frac{\sum O_{\text{ПРi}}}{\sum P_i}, \quad (1.6)$$

где $O_{\text{ПРi}}$ – принятое значение количества операций равнозначной трудоемкости, которое определяется округлением расчетного количества операций O до ближайшего целого значения.

При несовпадении $K_{3.О}$ с предварительно предполагаемым типом производства нужно повторить расчет, изменив гипотезу о типе производства и задавшись новым значением $K_{3.Н}$. При совпадении $K_{3.О}$ с предварительно предполагаемым, проанализировать полученный результат и сделать вывод о типе производства.

1.3. Алгоритм решения задачи

Исходными данными для решения задачи определения типа производства являются:

- 1 Заданная годовая программа выпуска изделия, шт./год N_i ;
- 2 Количество деталей в изделии, шт. p ;
- 3 Режим работы (количество смен);
- 4 Размер партии деталей, на которую отводится подготовительно-заключительное время n ;
- 5 Структура технологического процесса (маршрут обработки) и значения подготовительно-заключительного времени на партию деталей $T_{ПЗ}$ и штучного времени $T_{ШТ}$

Автоматизировать расчет можно путем использования пакета Microsoft Excel. Для этого необходимо создать в нем таблицу, в которую внести все исходные и промежуточные данные, а так же результаты расчета. Ниже приведен пример такой таблицы.

Внимание! Параметры P и $O_{ПР}$ должны быть целыми числами.

Таблица 1.1

Определение типа производства

№ детали

Исходные данные

Годовой объем выпуска изделий	N_1	3000
Количество деталей в изделии	p	2
Количество смен		1
Количество деталей в партии	n	300

Промежуточные параметры

Годовой объем выпуска деталей	N	6600
Действительный годовой фонд времени	F_d	2030
Нормативный коэффициент загрузки оборудования	$K_{з.н}$	0,8

Результаты расчета

Наименование операции	$T_{ПЗ}$	$T_{ШТ}$	$T_{ШТ-К}$	m_P	P	$K_{з.ф}$	O	$O_{ПР}$
1 Токарная	9	1	1,03	0,07	1	0,12	6,53	7
2 Токарная	9	5	5,03	0,34	1	0,41	1,97	2
3 Токарная	9	5	5,03	0,34	1	0,41	1,97	2
4 Фрезерная	9	3	3,03	0,21	1	0,29	2,75	3
...
19 Хонинговальная	7	2	2,02	0,14	1	0,22	3,72	4
20 Хонинговальная	7	2	2,02	0,14	1	0,22	3,72	4
Итого:					17			52

Выводы:

Тип производства – крупносерийный

1.4. Контрольные вопросы

- 1 По какому критерию определяется тип производства?
- 2 Назовите исходные данные для определения типа производства?
- 3 Почему при выполнении расчета необходимо выдвигать гипотезу относительно типа производства?
- 4 Как определяется принятое число рабочих мест?
- 5 В какой последовательности выполняются расчеты при определении $K_{3,0}$?

2. Практическое занятие № 2**Анализ норм точности и технологичности изделия****2.1. Общие сведения**

Отработка конструкции на технологичность – комплекс мероприятий по обеспечению необходимого уровня технологичности конструкции изделия по установленным показателям. Отработка направлена на повышение производительности труда, снижение затрат и сокращение времени на изготовление изделия при обеспечении необходимого его качества. Виды и показатели технологичности конструкции приведены в ГОСТ 14.205 – 83, а правила отработки конструкции изделия и перечень обязательных показателей технологичности – в ГОСТ 14.201 – 83. Отработку конструкции на технологичность рекомендуется проводить в следующем порядке: подобрать и проанализировать исходные материалы; уточнить объем выпуска изделий; проанализировать показатели технологичности базовой конструкции; определить показатели технологичности проектируемой детали; провести сравнительную оценку и расчет уровня технологичности конструкции разрабатываемого изделия; разработать мероприятия по улучшению показателей технологичности.

Оценка технологичности конструкции может быть двух видов: качественная и количественная. Качественная оценка характеризует технологичность конструкции обобщенно на основании опыта испол-

нителя и используется как предварительная. Количественная оценка выражается числовыми показателями и оправдана в том случае, если они существенно влияют на технологичность рассматриваемой конструкции.

Количественную оценку технологичности конструкции проводят по абсолютным и относительным показателям. В первую очередь требуется установить следующие показатели базового и проектируемого изделия: массу деталей и заготовок; коэффициенты использования материала; трудоемкость изготовления; технологическую себестоимость.

На основании указанных выше абсолютных показателей технологичности определяют относительные показатели, характеризующие уровень технологичности конструкции по расходу и использованию материала, по степени стандартизации (унификации) конструкции детали, степени совершенства применяемой оснастки и др.

Качественная оценка технологичности конструкции

Анализируя технологичность конструкции по применяемым материалам, следует учитывать их обрабатываемость, стоимость и возможность получения, а также применения более легкого и прочного материала или повышения физико-механических свойств имеющегося.

При анализе конструкции требуется убедиться в рациональности выбора ее формы и качества обрабатываемых поверхностей с учетом возможности применения высокопроизводительного оборудования и унифицированных наладок. Положительным фактором является наличие возможно большего количества поверхностей детали, не требующих обработки резанием. Обрабатываемые поверхности должны быть простыми (плоскими, цилиндрическими, конусными, винтовыми), так как точность и стабильность обработки детали в значительной степени определяются простотой конструктивных форм. При конструктивном оформлении детали необходимо помнить о наиболее выгодном раскрое материала и возможности использования отходов. Конструктивные элементы детали желательно унифицировать.

Оценка технологичности конструкции путем анализа протановки размеров связана с анализом нанесения их на чертеже детали, определением размерных связей между конструкторскими, технологическими и измерительными базами и возможностью их совмещения. Особое внимание обращается на обоснованность допустимых предельных отклонений размеров детали. Размеры, определяющие ее нерабо-

чие поверхности, могут иметь более широкие поля допусков, а сами поверхности – большую шероховатость. Следует учитывать, что чрезмерные требования к точности размеров и шероховатости поверхностей ведут к увеличению трудоемкости и перерасходу средств на изготовление деталей.

Технологичность заготовки характеризуется возможностью ее получения наиболее рациональным для данных производственных условий способом с максимально возможным приближением ее формы и размеров к форме и размерам готовой детали при условии обеспечения технологичности ее дальнейшей механической обработки. Окончательное решение о рациональности способа получения заготовки в ряде случаев можно принять лишь после расчета себестоимости деталей по сравниваемым вариантам.

Качественная оценка технологичности конструкции характеризуется показателями: хорошо плохо, допустимо – недопустимо.

Количественная оценка технологичности конструкции

Количественная сравнительная оценка технологичности конструкции может быть осуществлена лишь при использовании соответствующих базовых показателей технологичности.

К основным количественным показателям технологичности конструкции относятся:

- 1) трудоемкость изготовления детали;
- 2) технологическая себестоимость детали.

Необходимость использования дополнительных показателей определяется тем, что на стадии разработки чертежа детали и его согласования с технологом последний руководствуется, главным образом, техническими критериями ввиду отсутствия в этот момент данных о трудоемкости и технологической себестоимости проектируемой детали, так как технологический процесс ее изготовления еще не разработан.

При оценке детали на технологичность обязательными являются следующие дополнительные показатели (по методике В.Т. Кононенко):

- коэффициент стандартизации (унификации) конструктивных элементов;
- коэффициент применяемости стандартизованных режущих инструментов;
- коэффициент обработки поверхностей;
- коэффициент использования материала;
- масса детали;

- максимальное значение качества обработки;
- максимальное значение параметра шероховатости обрабатываемых поверхностей;
- коэффициент применения типовых технологических процессов при изготовлении данной детали (получения заготовки, механической, термической и другой обработки)
- коэффициент применения прогрессивных видов оснастки при изготовлении данной детали

Уровень технологичности конструкции детали K определяется как отношение достигнутого показателя технологичности к базовому, заданному в техническом задании:

где K – достигнутый (проектируемый) показатель технологичности; K_6 – базовый показатель технологичности, который обычно определяется по данным базовой детали.

2.2. Методика решения задачи

Анализ технологичности целесообразно проводить в определенной последовательности:

1. Проанализировать возможность и целесообразность замены материала, упрощения конструкции детали, применение сварного или сборного варианта.
2. Проанализировать с учетом технических и экономических факторов возможность выбора рационального метода получения заготовки.
3. Рассмотреть отсутствие технологических трудностей при обработке детали, связанных с ее базированием.
4. Установить возможность применения высокопроизводительных методов обработки (деталь должна быть достаточно жесткой для применения прогрессивных режимов обработки).
5. Рассмотреть целесообразность назначения протяженности обрабатываемых поверхностей.
6. Рассмотреть технологическую увязку размеров и требований, оговоренных допусками и технологическими условиями, шероховатость обрабатываемых поверхностей, увязав их с возможностями металлообрабатывающего оборудования.

7. Определить необходимость дополнительных технологических операций для получения точности и шероховатости поверхностей, оговоренных требованиями чертежа.

8. Рассмотреть возможность замены обрабатываемых поверхностей, расположенных под острым или тупым углом, на поверхности, расположенные под прямым углом или параллельно.

9. Рассмотреть возможность обработки нескольких поверхностей или отверстий с одной установки.

10. Рассмотреть возможность обработки плоскостей, а также растачиваемых отверстий на проход и возможность замены глухих отверстий сквозными.

11. Рассмотреть удобство подвода к обрабатываемой поверхности режущего инструмента и отвода его после окончания обработки.

12. Рассмотреть конструкцию детали (конструктивные элементы, выбор материала и др.), исходя из условий ее термообработки.

13. Рассмотреть возможность проведения необходимых измерений, определение размеров, согласно требованиям чертежа.

14. Коэффициент использования материала

$$K_{\text{им}} = m_{\text{д}}/m_{\text{з}},$$

где $m_{\text{д}}$ – масса детали;

$m_{\text{з}}$ – масса заготовки.

15. Коэффициент точности обработки

$$K_{\text{ти}} = 1 - \sum n_i / \sum (A_i \cdot n_i),$$

где A_i – квалитет точности;

n_i – количество размеров соответствующего квалитета точности.

16. Коэффициент шероховатости поверхности

$$K_{\text{ш}} = 1 - \sum n_i / \sum (\sigma_i \cdot n_i),$$

где σ_i – численное значение шероховатости поверхности;

n_i – количество поверхностей соответствующей шероховатости.

2.3. Контрольные вопросы

1 С какой целью проводят отработку конструкции на технологичность?

2 Назовите порядок проведения отработки конструкции на технологичность?

3 Какие виды оценки технологичности конструкции вы знаете?

4 Как определить коэффициенты использования материала, точности обработки и шероховатости поверхности?

5 Назовите количественные показатели технологичности конструкции.

3. Практическое занятие №3

Разработка технологического процесса изготовления деталей типа «вал»

3.1. Методика решения задачи

Работа выполняется по рекомендациям источников [5], [6] и должна содержать следующие разделы и подразделы:

1. Общая последовательность проектирования техпроцессов и содержание операции.

В данном разделе приводится в теоретическом плане общая последовательность проектирования техпроцессов с указанием этапов проектирования (см. с. 27[5]), а также, в общем содержание операции, которая включает вспомогательные переходы, связанные с установкой заготовки и снятием детали, один или несколько основных, связанных непосредственно с механообработкой заготовки на конкретной операции техпроцесса, переходов, между которыми (если требуется) может быть вспомогательный переход, связанный с переустановкой заготовки, и заканчивается операция переходом «контроль» (мастером и рабочим).

2. Разработка элементов маршрутно-операционного техпроцесса механической обработки заготовки вала.

2.1. Выбор заготовки.

В данном подразделе выбирается заготовка в зависимости от типа производства, материала, конструктивной формы и размеров детали с использованием рекомендаций [1, 3, 5]. При этом в условиях мелкосерийного производства в качестве заготовки можно выбрать прутки, диаметр которого может быть определен исходя из наибольшего диаметра обрабатываемой поверхности и необходимой величины общего припуска на нее.

В условиях крупносерийного производства заготовка, как правило, выбирается с приближением ее формы к форме готовой детали. При этом, соответствующая ступень выполняется в заготовке, если коэффициент использования металла увеличивается более, чем на 5–

10%. Методы получения заготовки – обработка давлением, литье, прокат (при небольшом перепаде диаметральных размеров).

Независимо от заданного типа производства и, соответственно, вида заготовки, необходимо на одну из поверхностей, имеющей наибольший обрабатываемый диаметр, выполнить расчеты величины припуска опытно-статистическим и расчетно-статистическим методами, а на остальные – назначить.

Примечания:

1. Если поверхность наибольшего диаметрального размера остается в готовой детали необработанной, то расчет выполняется по обрабатываемой поверхности большего диаметра с целью уточнения размера заготовки, а также определения достаточности припуска (разности наибольших диаметров заготовки и детали) для обеспечения требуемой точности и шероховатости обрабатываемой поверхности.

2. Если наряду с обрабатываемой поверхностью наибольшего диаметра деталь имеет поверхность несколько (в пределах припуска на обработку) меньшего размера, но более высокие требования по точности и шероховатости, то расчет выполняется по двум поверхностям и принимается максимальное значение размера.

Припуски на линейные размеры назначаются с использованием табл. 3, затем определяется общая длина заготовки.

Назначение припусков на обрабатываемые поверхности осуществляется по установленным маршрутам их обработки.

Определение припуска опытно-статистическим методом.

При определении величин припусков опытно-статистическим методом можно воспользоваться данными табл. 1. [5]

Примечание. При маршруте обработки поверхности, включающем двукратную токарную обработку + двукратное шлифование, величина припуска принимается по строке В, т.е. как и для маршрута двукратная токарная обработка + шлифование.

Пример выполнения данного подраздела см. п. 1.2. [5]

Определение припуска расчетно-статистическим методом.

При определении величин припусков расчетно-статистическим методом можно воспользоваться данными табл. 2. [5] Пример выполнения см. п. 1.2. [5].

Определение припусков на торцовые поверхности.

При назначении припусков на обработку торцевых поверхностей можно воспользоваться данными табл. 3. [5] Пример выполнения см. п. 1.2. [5]

Разработка эскиза заготовки.

После определения припусков на основные поверхности определяются размеры заготовки.

Вычерчивается эскиз заготовки основной линией и на нем тонкими линиями наносится контур детали (без изображения мелких элементов). Указываются общие припуски на сторону на обработку всех поверхностей. Примеры выполнения см. п. 1.2. [5]

2.2. Выбор баз и маршрутов обработки отдельных поверхностей заготовки.

Для заданного студенту варианта детали записываются конкретные черновая и чистовые базы в порядке их использования при изготовлении детали. Рекомендации по выбору баз даны в подразделах 1.2, 3.1 и 3.2. [5]

Затем записываются конкретные маршруты обработки отдельных поверхностей заготовки, начиная с наиболее протяженного маршрута и заканчивая фразой – «Все остальные поверхности получаем однократной обработкой». Примеры и рекомендации по назначению маршрутов обработки отдельных поверхностей заготовки приведены в тех же подразделах после выбора баз для обработки.

2.3. Обоснование принятого маршрута изготовления детали в целом.

В данном подразделе требуется изложить не перечисление последовательности выполнения операций технологического процесса изготовления детали, а дать обоснование принятой структуры технологического процесса с использованием рекомендаций раздела 3 и подраздела 1.2. [5] (начиная со с. 44[5]).

2.4. Маршрутно-операционный техпроцесс изготовления вала в условиях заданного производства.

В данном подразделе приводится маршрутно-операционная запись технологического процесса в виде единого массива, а затем операционные эскизы по всем операциям механической обработки заданного вала с учетом рекомендаций подраздела 1.2. [5] (начиная со с. 51, [5]).

3.2. Контрольные вопросы

- 1 Назовите последовательность проектирования техпроцессов.
- 2 Объясните алгоритм определения припуска расчетно-статистическим методом для заданных поверхностей вашей детали.
- 3 Какие виды заготовок характерны для деталей типа «вал», как влияет тип производства на выбор заготовки?
- 4 Начертите операционный эскиз для первой токарной операции, укажите способ базирования.
- 5 Назовите технологические принципы проектирования процессов механической обработки.
- 6 Какие технологические принципы проектирования процессов использовались при обработке вашей детали?
- 7 Как влияет точность, шероховатость, отклонения поверхностей на выбор маршрута изготовления детали?
- 8 Как влияет требуемая твердость детали на выбор маршрута изготовления детали?
- 9 Как влияет точность поверхностей на выбор баз?
- 10 Как влияют отклонения поверхностей на выбор баз?

4. Практическое занятие №4

Выбор вида заготовки и экономическое обоснование метода ее получения

4.1. Методика решения задачи

Выбор технологического процесса получения заготовки и метода ее формообразования определяется следующими факторами [1]:

1) технологическими свойствами материала, т.е. его литейными свойствами или способностью претерпевать пластические деформации при обработке давлением, а также структурными изменениями материала в результате применения того или иного способа изготовления заготовки (расположение волокон в поковках, величина зерна в литых деталях и т.п.);

2) конструктивными формами и размерами детали (чем больше деталь, тем дороже обходится изготовление металлических форм, штампов и т.п.);

3) требуемой точностью выполнения заготовки и качеством ее поверхности (шероховатость поверхности, наклеп, остаточные напряжения и т.п.);

4) величиной программного задания (при больших партиях наиболее выгодны способы, которые обеспечивают наибольшее приближение формы и размеров заготовки к форме и размерам детали: точная штамповка, литье под давлением и т.п.);

5) производственными возможностями заготовительных цехов (наличием соответствующего оборудования);

6) временем, затрачиваемым на подготовку производства (изготовление штампов, моделей, пресс-форм и т.п.);

7) возможностью быстрой переналадки оборудования и оснастки, особенно при работе на переменнo-поточных линиях, характерных для автоматизированного производства.

Общие рекомендации по выбору заготовки сводятся к следующему.

Корпусные коробчатые детали закрытого типа, в которых монтируют рабочие механизмы и узлы машин (корпуса двигателей и передаточных механизмов, станины, коробки и цилиндры), независимо от типа производства целесообразно изготавливать литьем.

Корпусные коробчатые детали открытого типа, на которых монтируют рабочие механизмы и двигатели (рамы, корпуса), а также детали, связывающие отдельные узлы машин и одновременно (частично) выполняющие функции корпусных, но с меньшими размерами (кронштейны, траверсы), при серийном производстве целесообразно изготавливать литьем. В мелкосерийном и единичном производстве их рациональнее изготавливать сварными.

Зубчатые колеса, маховики, блоки, ступицы, корпуса и крышки подшипников, тройники, рычаги, серьги в серийном производстве изготавливают литьем преимущественно в тех случаях, когда их нерентабельно изготавливать штамповкой на высокопроизводительном оборудовании; в мелкосерийном и единичном производстве их выполняют литьем.

Гладкие и ступенчатые валы с большим перепадом диаметров ступеней, стаканы, втулки, кольца в серийном и единичном производстве целесообразно изготавливать из проката (сортового, листового и трубного);

Балки, кронштейны, плиты в серийном и единичном производстве целесообразно изготавливать из сортового проката (уголки, швеллеры, балки) с применением, если необходимо, сварки.

Главным критерием, определяющим выбор способа получения заготовки, является его технико-экономическая целесообразность (точность, качество поверхности, производительность, коэффициент использования материала, себестоимость и др.).

В расчетно-графической работе студент обязан предложить два способа получения заготовки и провести выбор более рационального способа, обосновав предложенный вариант технико-экономическими расчетами.

Выбор наиболее выгодного способа получения заготовки производят по методикам, приведенным в работе [1].

Определение общих припусков на обработку детали ведется по укрупненным нормативам, приведенным в справочной литературе.

Пример №1:

В базовом технологическом процессе заготовкой для получения фланца 16Б20П.061.041 служит отливка, получаемая литьем в кокиль (8 класс точности). Вес заготовки в базовом технологическом процессе равен 4,2 кг, а вес готовой детали – 1,5 кг, отсюда коэффициент использования материала равен

$$\gamma_6 = \frac{1.5}{4.2} = 0.35.$$

Данный коэффициент для условий крупносерийного производства считается низким, повысить его можно изменив метод получения заготовки на литье в оболочковые формы (7 класс точности).

Вес, показанной предлагаемой заготовки составляет 3,07 кг, коэффициент использования материала составит

$$\gamma_{пр} = \frac{1.5}{3.07} = 0.49.$$

Проведем экономическое обоснование выбора нового метода получения заготовки.

Определим стоимость заготовки, получаемой согласно базового технологического процесса, т.е. литьем в кокиль.

$$S_{заг.б.} = \left(\frac{C_i}{1000} Q k_T k_c k_B k_M k_n \right) - (Q - q) \frac{S_{омх}}{1000},$$

где C_i – базовая стоимость 1 т. заготовок, в руб.;

k_T, k_c, k_B, k_M, k_n – коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства;

Q – масса заготовки, кг;
 q – масса готовой детали, кг;
 $S_{отх}$ – цена 1 т. отходов, в руб.

Согласно данным, приведенных в [1] имеем $C_i = 290 \cdot 300000$ руб/т; $k_T = 1$; $k_c = 1$; $k_B = 0,91$; $k_M = 1,24$; $k_{II} = 1$; $Q = 4,2$; $q = 1,5$; $S_{отх} = 14,4 \cdot 300000$ руб/т

$$S_{заг.б.} = \left(\frac{290 \cdot 300000}{1000} \cdot 4,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,91 \cdot 1,24 \cdot 1 \right) - (4,2 - 1,5) \cdot \frac{14,4 \cdot 300000}{1000} = 400650$$

руб.

Определим стоимость заготовки, получаемой литьем в оболочковые формы. Исходные данные для расчета имеют следующий вид $C_i = 290 \cdot 300000$ руб/т; $k_T = 1,03$; $k_c = 1$; $k_B = 0,91$; $k_M = 1,24$; $k_{II} = 1$; $Q = 3,07$; $q = 1,5$; $S_{отх} = 14,4 \cdot 300000$ руб/т

$$S_{заг.п.} = \left(\frac{290 \cdot 300000}{1000} \cdot 3,07 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,91 \cdot 1,24 \cdot 1 \right) - (3,07 - 1,5) \cdot \frac{14,4 \cdot 300000}{1000} = 303630$$

руб.

Годовой экономический эффект от внедрения литья в оболочковые формы определим по формуле:

$$\mathcal{E}_{сум.год.} = (S_{заг.б.} - S_{заг.п.}) N;$$

где N – годовая программа выпуска деталей

$$\mathcal{E}_{сум.год.} = (400650 - 303630) \cdot 20000 = 1940400000 \text{ руб/год} = 1940,4 \text{ млн.руб/год}$$

Таким образом целесообразность использования заготовки, получаемой литьем в оболочковые формы можно считать доказанной.

Пример №2

В базовом технологическом процессе заготовкой для получения корпуса АМ 01.42.101 служит отливка, получаемая литьем в кокиль (10 – 9 ГОСТ 26645–85 – 9 класс точности). Вид отливки показан на рис.1. Вес заготовки в базовом технологическом процессе равен 0,51 кг, а вес готовой детали – 0,25 кг, отсюда коэффициент использования материала равен

$$\% = \frac{0,25}{0,51} = 0,49.$$

Данный коэффициент для отливок в условиях серийного производства считается удовлетворительным, однако повысить его можно изменив метод получения заготовки на литье в оболочковые формы

(10–6–7Т СМ 14 ГОСТ 26645–85 – 6 класс точности). Вес заготовки составляет 0,44 кг, коэффициент использования материала составит

$$\gamma_{\text{пр}} = \frac{0.25}{0.44} = 0.56.$$

Помимо этого сократится время выполнения сверлильной операции с ЧПУ при фрезеровании торцев за счет сокращения припуска.

Проведем экономическое обоснование выбора нового метода получения заготовки.

Определим стоимость заготовки, получаемой согласно базового технологического процесса, т.е. литьем в кокиль.

$$S_{\text{заг.б.}} = \left(\frac{C_i}{1000} Q k_T k_C k_B k_M k_n \right) - (Q - q) \frac{S_{\text{отх}}}{1000},$$

где C_i - базовая стоимость 1 т. заготовок, в руб.;

k_T, k_C, k_B, k_M, k_n - коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства;

Q - масса заготовки, кг;

q - масса готовой детали, кг;

$S_{\text{отх}}$ - цена 1 т. отходов, в руб.

Согласно данным, приведенных в [4] на стр. 37-39 имеем $C_i = 290 \cdot 300000$ руб/т; $k_T = 1$; $k_C = 1$; $k_B = 0,91$; $k_M = 1,24$; $k_n = 1$; $Q = 0,51$; $q = 0,25$; $S_{\text{отх}} = 14,4 \cdot 300000$ руб/т

$$S_{\text{заг.б.}} = \left(\frac{290 \cdot 300000}{1000} \cdot 0,51 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,91 \cdot 1,24 \cdot 1 \right) - (0,51 - 0,25) \cdot \frac{14,4 \cdot 300000}{1000} = 48943.8$$

руб

Определим стоимость заготовки, получаемой литьем в оболочковые формы. Исходные данные для расчета имеют следующий вид $C_i = 290 \cdot 300000$ руб/т; $k_T = 1$; $k_C = 1$; $k_B = 0,91$; $k_M = 1,24$; $k_n = 1$; $Q = 0,44$; $q = 0,25$; $S_{\text{отх}} = 14,4 \cdot 300000$ руб/т

$$S_{\text{заг.п.}} = \left(\frac{290 \cdot 300000}{1000} \cdot 0,44 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,91 \cdot 1,24 \cdot 1 \right) - (0,44 - 0,25) \cdot \frac{14,4 \cdot 300000}{1000} = 43670.25$$

руб.

Суммарный годовой экономический эффект от внедрения литья в оболочковые формы определим по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{сум.год.}} = (S_{\text{заг.б.}} - S_{\text{заг.п.}}) \cdot N,$$

где N – годовая программа выпуска деталей

$$\mathcal{E}_{\text{сум.год.}} = (48943,8 - 43670,25) \cdot 25000 = 131838750 \text{ руб/год} = 131,838750 \text{ млн.руб/год}$$

Таким образом целесообразность использования заготовки, получаемой литьем в оболочковые формы можно считать доказанной.

4.2. Кольные вопросы

- 1 Какие факторы учитываются при выборе заготовки?
- 2 Как влияет тип производства, материал детали на выбор заготовки?
- 3 Как влияет конструкция детали на выбор заготовки?
- 4 Как определить стоимость заготовки, полученной литьем и давлением?
- 5 Как определить стоимость заготовки из проката?

5. Практическая работа №5

Определение коэффициентов загрузки оборудования

5.1. Общие сведения

Использование оборудования по времени. Правильный выбор оборудования определяет его рациональное использование. При выборе станков для разрабатываемого технологического процесса этот фактор должен учитываться таким образом, чтобы исключить их простои, т.е. нужно выбирать станки по производительности. С этой целью определяют наряду с другими технико-экономическими показателями критерии, показывающие степень использования каждого станка в отдельности.

Для каждого станка в технологическом процессе должны быть подсчитаны коэффициент загрузки и коэффициент использования станка по основному времени.

Расчетное количество станков определяется по формуле:

$$m_p = \frac{T_{\text{шт}}}{t_B}, \quad (5.1)$$

где $T_{\text{шт}}$ – штучного времени на данной операции, мин;

t_B – такт выпуска, мин.

Такт выпуска определяется по формуле:

$$t_B = \frac{N}{60 \cdot F_D}, \quad (5.2)$$

где N – годовой объем выпуска деталей, шт.;

F_D – действительный фонд работы оборудования, час.

Коэффициент загрузки станка η_3 определяется как отношение расчетного количества станков m_P , занятых на данной операции процесса, к принятому (фактическому)

$$\eta_3 = \frac{m_P}{m_{ПР}}, \quad (5.3)$$

Коэффициент использования оборудования по основному времени η_O свидетельствует о доле машинного времени в общем времени работы станка. Он определяется как отношение основного времени к штучному:

$$\eta_O = \frac{T_O}{T_{шт}}, \quad (5.4)$$

Использование оборудования по мощности привода. Этот фактор характеризуется коэффициентом использования оборудования по мощности привода η_M , который представляет собой отношение необходимой мощности резания $N_{РЕЗ}$ к мощности на приводе станка $N_{ПР}$:

$$\eta_M = \frac{N_{РЕЗ}}{N_{ПР}}, \quad (5.5)$$

5.2. Алгоритм решения задачи

В данной лабораторной работе рассчитываются коэффициенты загрузки станка η_3 , использования оборудования по основному времени η_O и использования оборудования по мощности привода η_M .

Исходными данными для расчета указанных коэффициентов являются:

- 1 Структура технологического процесса (маршрут обработки);
- 2 Заданная годовая программа выпуска деталей N , шт./год;
- 3 Годовой фонд работы оборудования F_D , час.;
- 4 Значения основного T_O и штучного $T_{шт}$ времени по всем операциям технологического процесса.
- 5 Значения мощности на приводе станка $N_{ПР}$ и мощности резания $N_{РЕЗ}$.

Для выполнения работы необходимо в таблицу для расчета коэффициентов загрузки станка η_3 , использования оборудования по основному времени η_0 и использования оборудования по мощности привода η_M ввести численные значения исходных данных всех операций и построить графики загрузки станка, использования оборудования по основному времени и использования оборудования по мощности привода. Величину $m_{пр}$ вводить вручную, округляя m_p до ближайшего большего целого значения.

Результаты расчета норм времени необходимо отразить в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Результаты расчета коэффициентов загрузки станков и использования оборудования по основному времени

Операция	Модель	F_d	N	T_o	$T_{шт}$	$N_{прр}$	$N_{рез}$	m_p	$m_{пр}$	K_3	K_o	K_M
1 Токарная	16K20	2030	1000	2,78	3,03	8,5	5	0,025	1	0,025	0,917	0,59
2 Токарная	16K20	2030	1000	4,41	4,66	8,5	7,2	0,038	1	0,038	0,946	0,85
3 Внутришлифов.	3K228A	2030	1000	10,5	10,7	10,2	5,5	0,088	1	0,088	0,981	0,54
4 Комплексная	ГФ2171	2030	1000	6,74	6,9	9,04	4,8	0,057	1	0,057	0,977	0,53
5 Вертикально фр.	6P11	2030	1000	1,74	1,9	4,68	2	0,016	1	0,016	0,916	0,43
6 Вертикально св.	2H135	2030	1000	1,02	1,18	3,4	1	0,01	1	0,010	0,864	0,29
7 Горизонт. фр.	6P82Г	2030	1000	1,89	2,05	6,38	3	0,017	1	0,017	0,922	0,47
8 Круглошлиф.	3Б161	2030	1000	0,85	0,98	24,5	10	0,008	1	0,008	0,867	0,41
9 Спец.шлифов.	3Д642Е	2030	1000	5,17	5,43	4,93	1	0,045	1	0,045	0,952	0,20
10 Спец.шлифов.	3Д642Е	2030	1000	5,57	5,83	4,93	1	0,048	1	0,048	0,955	0,20
Среднее значение										0,035	0,930	0,451

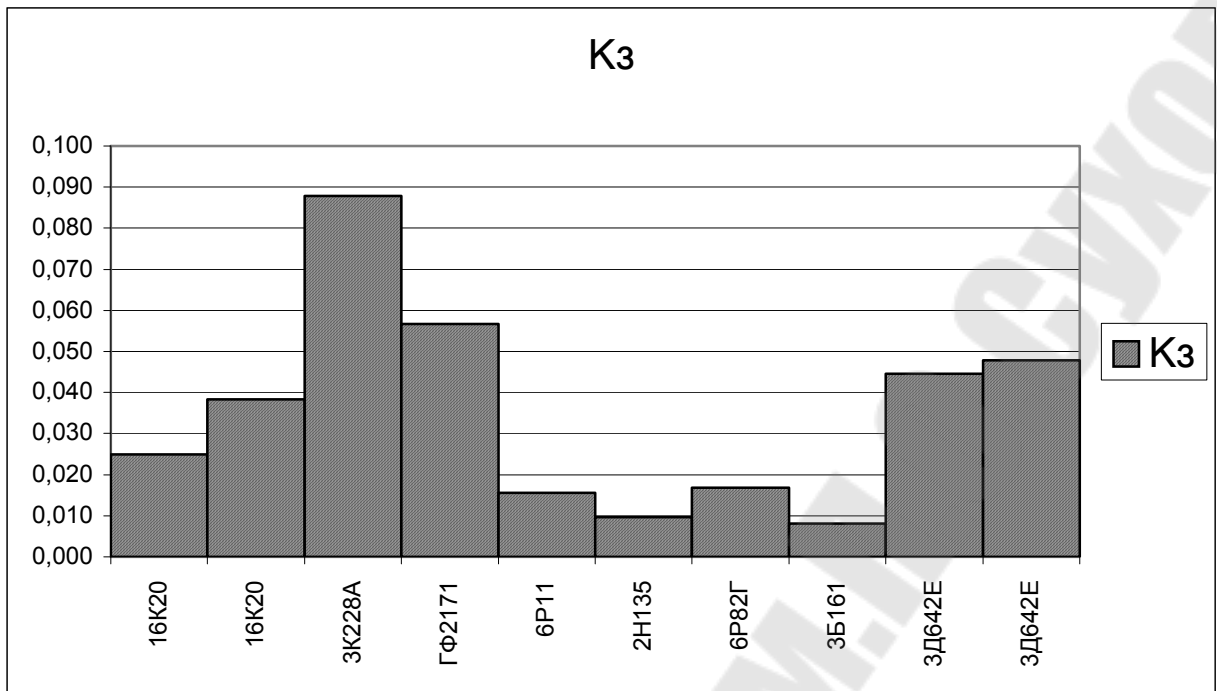


Рис. 5.1 – График загрузки оборудования

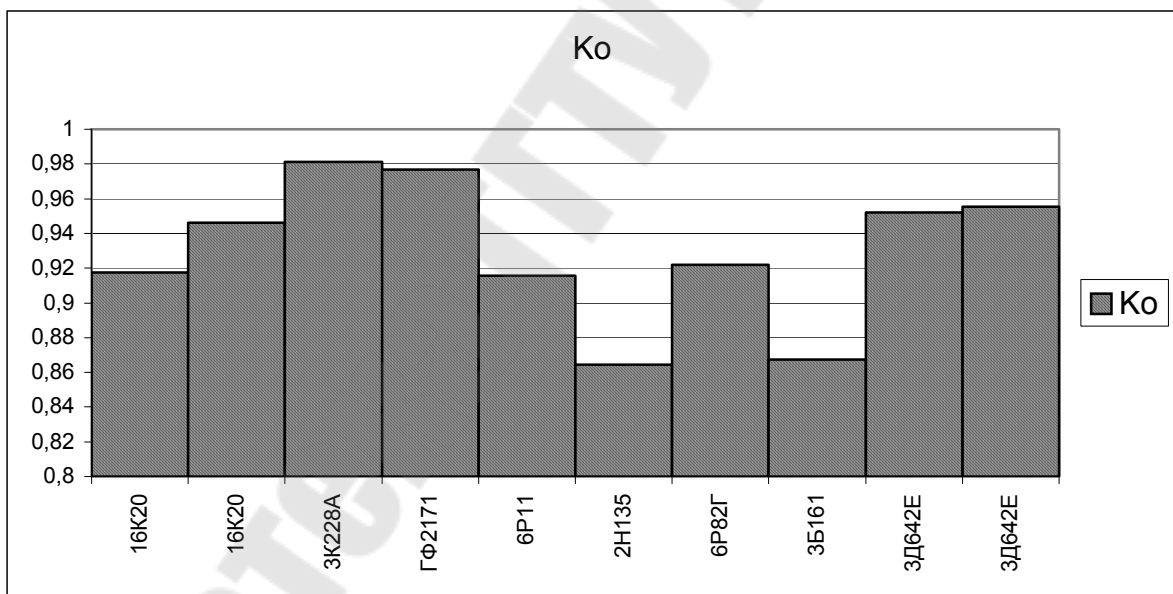


Рис. 5.2 – График использования оборудования по основному времени

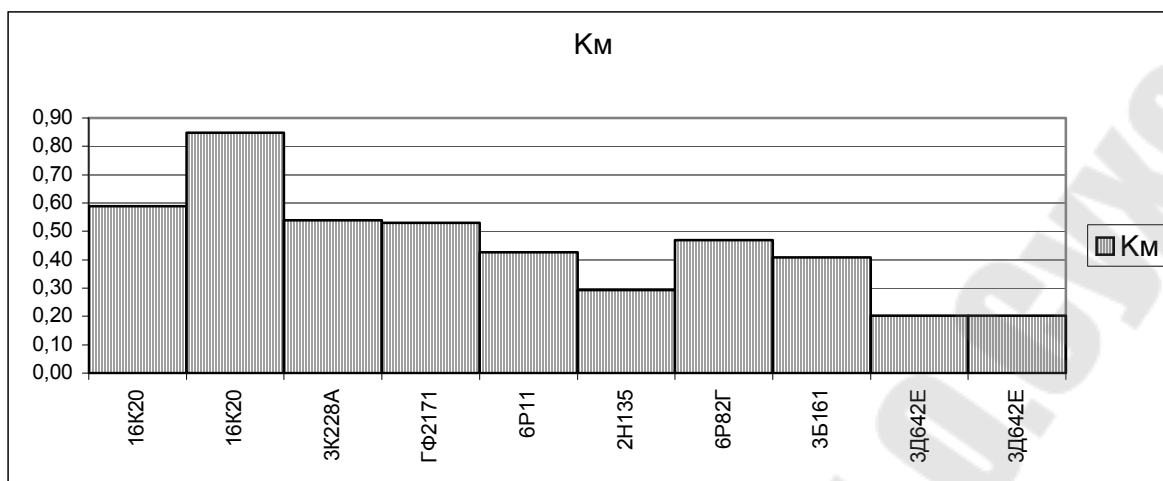


Рис. 5.3 – График загрузки оборудования по мощности

5.3. Контрольные вопросы

- 1 Как определить коэффициенты $\eta_3, \eta_0, \eta_{M1}$.
- 2 С помощью каких мероприятий можно повысить η_0 ?
- 3 Если при прочих равных условиях для двух выбираемых станков справедливо неравенство $\eta_{M1} > \eta_{M2}$, то какой из двух станков предпочтительнее?
- 4 Каким образом на величины η_0 и η_3 влияет режим работы предприятия?

Содержание

	Стр.
Введение	3
1. Практическая работа № 1. Определение типа производства	4
2. Практическая работа № 2 Анализ норм точности и технологичности изделия	8
3. Практическая работа №3 Разработка технологического процесса изготовления деталей типа «вал»	13
4. Практическая работа № 4 Выбор вида заготовки и экономическое обоснование метода ее получения	16
5. Практическая работа № 5 Определение коэффициентов загрузки оборудования	21
Литература	27

Литература

1. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для вузов / А.Ф.Горбацевич, В.А.Шкред. – Мн.: Вышэйшая школа, 1983. – 256с.

2. Справочник технолога машиностроителя. Под. ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещеркова. Т. 1, 2. М.: "Машиностроение", 1985.

3. Суслов А.Г. Технология машиностроения: Учебник для студентов машиностроительных вузов / А.Г.Суслов. – М.: Машиностроение, 2004. – 400 с.

4. Баранов И.С., Акулич А.П. Производство и выбор заготовок (методические указания по курсовому и дипломному проектированию по курсу "Технология машиностроения" для студентов спец. 0501). Гомель: ГПИ, 1982.

5. Технология гидропневмоприводов. Разработка технологического процесса изготовления деталей типа «вал»: методические указания к практическим и контрольным работам для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» дневной и заочной форм обучения / авт.-сост. Г.С.Кульгейко. – Гомель: ГГТУ им. П.О.Сухого, 2009. – 58 с. – (м/у 3944)

6. Чертежи деталей типа «вал». Практическое пособие к контрольным, лабораторным и практическим работам для студентов спец. Т.03.01.00 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроения». Варианты заданий. / А.А.Пучков и др. – Гомель: УО «ГГТУ им.П.О.Сухого», 2001. – 54с. – (м/у 2541)

**Кульгейко Галина Степановна
Дмитриченко Евгений Эдуардович**

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

**Практикум
по одноименному курсу
для студентов специальности 1-36 01 07
«Гидропневмосистемы мобильных
и технологических машин»
дневной и заочной форм обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 20.03.15.

Per. № 148E.
<http://www.gstu.by>