

Министерство народного образования республики Беларусь

ГОМЕЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра "Гидропневмоавтоматика"

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

по курсу "Технология изготовления гидропневмоприводов"
для студентов специальности 12.11.

"Гидромашины, гидроприводы, гидропневмоавтоматика"

Утверждено
на заседании кафедры
от 31 августа 1994 г.
Протокол №1

Гомель 1995

УДК – 532:658.512.011.56

Разработали А.В.Петухов и др.

Рецензент: канд. техн. наук М.П. Кульгейко

Рекомендовано кафедрой гидропневмоавтоматики Гомельского политехнического института

© Гомельский политехнический институт, 1995.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Объективной закономерностью научно-технического прогресса в области пневмо и гидроприводостроения является повышение сложности и качества создаваемых изделий, наряду со снижением сроков их морального старения. При этом стремление к совершенствованию технического уровня всегда вступает в противоречие с требованиями сокращения сроков и стоимости технической подготовки производства. Сокращение сроков подготовки с одной стороны, позволяет ускорить обновление парка того или иного вида изделий, с другой стороны, поспешность в разработке новой техники приводит к появлению конструкторских и технологических недоработок, которые тормозят процесс постановки изделия на производство. Необходимость преодоления этого противоречия, изменив представления о возможностях традиционных методов проектирования, послужила катализатором создания систем автоматизированного проектирования.

Ввиду того, что качество технической подготовки производства (включающей в себя конструкторскую и технологическую подготовку) является одним из определяющих факторов надежности пневмо и гидравлических приводов, рассмотрение вопросов его повышения занимает центральное место в процессе подготовки высококвалифицированных специалистов в данной области. В связи с этим в учебном процессе предусмотрена курсовая работа по технологии изготовления гидропневмооборудования. Она выполняется на завершающем этапе изучения курса и ставит своей целью приобретение студентами практических навыков в области технологического проектирования при подготовке производства новых или модернизированных изделий.

Основными задачами учебного технологического проектирования являются:

1. Привитие студентам навыков в проведении технологического анализа на стадии разработки технологического процесса изготовления изделия;
2. Обучение проектированию технологических процессов механической обработки деталей гидропневмооборудования с применением программных и технических средств САПР;
3. Приобретение опыта в разработке конструкций приспособлений, режущих и мерительных инструментов.

В процессе выполнения курсовой работы студент обязан:

1. Проявить навыки применения теоретического курса на практике при решении конкретных задач технологического проектирования;
2. Разработать с применением программных и технических средств САПР для условий, оговоренных информационной базой технологического проектирования, технологический процесс, выбрать для него необходимое оборудование, приспособления, режущий, мерительный и вспомогательный инструмент;
3. Нормирование операций механической обработки осуществить при помощи специальной подпрограммы в процессе проектирования технологического процесса;
4. Разработать конструкцию одной единицы технологической оснастки;
5. Экономически обосновать эффективность разработанного варианта технологического процесса;
6. Четко и логично изложить в расчетно-пояснительной записке свои суждения, доводы, обоснования и предложения.

В процессе выполнения курсовой работы студент имеет право:

1. На получение консультаций по вопросам, возникающим в процессе курсового проектирования;
2. На досрочную защиту курсовой работы в случае качественного выполнения полного объема проектных работ ранее срока, установленного графиком;
3. На получение информации о результатах анализа качества выполнения курсовой работы.

Выполнение курсовой работы производится по конкретному заданию. В основу разрабатываемого технологического процесса закладывается уже реализованный процесс на одном из предприятий промышленности, где студенты проходят производственную практику.

В процессе выполнения курсовой работы студент может воспользоваться рекомендациями предприятия и, используя программные и технические средства САПР, разработать технологический процесс, обеспечивающий повышение эффективности и качества продукции.

2. ОБЪЕМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки, в объеме 19-32 листов формата А4, 2-х листов графического материала формата А1 и технологических карт, вид и количество которых задается преподавателем.

Расчетно-пояснительная записка с приведенными в приложении технологическими картами является основным документом курсовой работы, графический материал служит иллюстрацией к расчетно-пояснительной записке. Чертежи технологической оснастки имеют самостоятельное значение и показывают уровень усвоения студентом методов конструирования.

Курсовая работа выполняется в определенной последовательности в соответствии с графиком, приведенным в табл.1.

ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Таблица 1

№№ пп	Наименование раздела расчетно-пояснительной записки	Графическая часть	% выполнения этапа	% выполнения проекта в на- растающем итоге
1.	Получение задания, постановка задачи проектирования			
2.	Анализ норм точности и технологичности изделия	Чертеж детали	15	15
3.	Обоснование программы и типа производства		5	20
4.	Выбор вида заготовки и экономическое обоснование	Чертеж заготовки	5	25
5.	Выбор технологических (баз и определение последовательности (маршрута) обработки		5	30
6.	Расчет припусков на обработку		5	35

ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Таблица 1 (окончание)

№№ пп	Наименование раздела расчетно-пояснительной записки	Графическая часть	% выполнения этапа	% выполнения проекта в на- растающем итоге
7.	Разработка технологического процесса изготовления детали	Графическое изображение технологического процесса	30	65
8.	Расчет и конструирование технологической оснастки	Сборочный чертеж оснастки	20	85
9.	Технико-экономическое обоснование технологического процесса		11	95
10.	Выводы и предложения. Литература		5	100
11.	Защита курсовой работы			

3. СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Расчетно-пояснительная записка к курсовой работе оформляется в соответствии с общими требованиями к текстовым документам по ГОСТ 2.105-68. Текстовую часть записки необходимо оформлять черными чернилами (черной пастой) на бланках формата А4 с рамками и основной надписью по ГОСТ 2.106-68 (формы 5 и 5а).

Расчетно-пояснительная записка должна состоять из расчетов, выполненных по проекту, с необходимыми обоснованиями и пояснениями по принятым решениям.

Не допускается переписка из учебников общих определений или формулировок.

Расчетно-пояснительная записка должна начинаться титульным листом, выполненным как одно целое с обложкой на чертежной бумаге. Надписи на титульном листе выполняются тушью чертежным шрифтом.

Вслед за заглавным листом помещается ведомость курсовой работы, в которой перечисляются все документы, входящие в курсовую работу. Ведомость выполняется по форме 4 ГОСТ 2.106-68.

Далее, в записке помещается задание на курсовое проектирование, выданное студенту. Бланк задания – обязательный документ, на основании которого можно судить о правильности и полноте разработки вопросов, поставленных перед проектантом.

Затем идет содержание, в котором должны быть отражены все пункты настоящего раздела.

3.1 ВВЕДЕНИЕ

В этом пункте приводятся сведения о задачах отрасли, проблемах на пути их решения и перспективах преодоления этих проблем. Дается краткая характеристика состояния производственного процесса на машиностроительном заводе. Определяется задача курсового проектирования. На описание данного пункта в расчетно-пояснительной записке отводится 1-2 страницы.

3.2 АНАЛИЗ НОРМ ТОЧНОСТИ И ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ИЗДЕЛИЯ

При современном уровне производства гидропневмоприводов разработка их конструкций должна базироваться как на удовлетворении требований служебно-эксплуатационного характера, так и производственных требований, обусловленных возможностью применения высокопроизводительных и рентабельных технологических процессов изготовления гидропневмоприводов с учетом конкретных условий и объема производства.

Основным критерием технологичности конструкции является ее экономическая целесообразность при заданном качестве и принятых условиях производства, эксплуатации и ремонта, а также отсутствии вредных воздействий на окружающую среду.

Анализ технологичности целесообразно проводить в определенной последовательности:

1. С учетом функционального назначения изделия, в которое входит деталь, а также предложенного годового выпуска проанализировать возможность и целесообразность замены материала, упрощения конструкции детали, применение сварного или сборного варианта. Учитывая, что изделия гидрооборудования работают при значительных давлениях жидкости (давление в гидросистемах достигает 10000 н/кв.мм) к вопросу выбора материала следует подходить с особой тщательностью, так как обоснование выбора материалов, их обрабатываемость в значительной степени определяют как технологический процесс так и надежность изделий. Следует учитывать, что использование поверхностного упрочнения наклепом, цементацией, азотированием и другими физико-механическими методами, позволяет получить у обыкновенных конструкционных материалов высокие эксплуатационные показатели и отказаться от использования высоколегированных сталей.

Кроме, этого во многих изделиях гидропневмооборудования используются различной конструкции золотниковые, плунжерные и распределительные пары, которые в основном и определяют надежность и долговечность гидроагрегатов. Отсюда следует, что правильный подбор для этих пар материалов, технологического процесса получения заготовки и обработки деталей, определяют работоспособность как золотниковых, плунжерных и распределительных пар, так и агрегатов в целом, определяют их экономическую эффективность.

2. Проанализировать с учетом технических и экономических факторов (деталь должна быть достаточно жесткой для применения прогрессивных режимов обработки) возможность выбора рационального метода получения заготовки.

3. Рассмотреть отсутствие технологических трудностей при обработке детали, связанных с ее базированием.

4. Рассмотреть возможность обработки нескольких поверхностей, отверстий с одной установки.

5. Рассмотреть возможность обработки плоскостей, а также растачиваемых отверстий на проход.

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

7. Рассмотреть целесообразность назначения протяженности обрабатываемых поверхностей.

8. Рассмотреть возможность замены глухих отверстий сквозными.

9. Рассмотреть удобство подвода к обрабатываемой поверхности режущего инструмента и отвода его после окончания обработки и другие факторы, способствующие интенсификации технологического процесса.

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

11. Рассмотреть технологическую увязку размеров и требований, оговоренных допусками и технологическими условиями, шероховатость обрабатываемых поверхностей, увязав их с возможностями металлообрабатывающего оборудования.

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

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

На основании анализа технологичности студент должен сформулировать общие задачи для разработки технологического процесса. На описание данного пункта в расчетно-пояснительной записке отводится 1-2 страницы.

3.3 ОБОСНОВАНИЕ ПРОГРАММЫ И ТИПА ПРОИЗВОДСТВА

Программа выпуска деталей определяется по формуле:

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

где N_1 – заданная годовая программа выпуска изделия, в которое входит изготавливаемая деталь, шт.;

m – количество деталей заданного наименования в изделии, шт.;

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

Тип производства по ГОСТ 3.1119-83 характеризуется коэффициентом закрепления операций. Коэффициент закрепления операций (отношение суммарного числа различных технологических операций, выполняемых в течение одного месяца, к числу рабочих мест), согласно РД 50-174-80 равен

для массового производства – $K_{з.о} = 1$

для крупносерийного производства – $1 < K_{з.о} < 10$

для среднесерийного производства – $10 < K_{з.о} < 20$

для мелкосерийного производства – $20 < K_{з.о} < 40$

для единичного производства – $K_{з.о}$ – не регламентируется.

Для определения коэффициента закрепления операций необходимо выполнить расчет в следующей последовательности:

1. Определить возможное число операций для каждого станка, участвующего в технологическом процессе изготовления детали по формуле:

$$P_{O_i} = \frac{13182 \cdot K_H}{T_{шт.-K_i} \cdot N_m}$$

где K_H - планируемый нормативный коэффициент загрузки станка всеми закрепленными за ним однотипными операциями, принимаемый для крупно-, средне- и мелкосерийного производства соответственно равным 0,75; 0,8 и 0,9 (для первого варианта расчета рекомендуется принять $K_H = 0,8$);

$T_{шт.-K}$ – штучно-калькуляционное время обработки детали на i каждом станке, в мин. (рекомендуется принять по аналогу технологического процесса или определить по укрупненным нормативам [11]);

N_M – месячная программа выпуска заданной детали при работе в одну смену, шт.

$$N_M = \frac{N_G}{12 \cdot L}$$

где N_G – годовая программа выпуска (шт);

L – количество смен (режим работы).

2. Определить общее число операций, выполняемых на участке в течение одного месяца, по формуле:

$$\sum_{i=1}^{i=n} \Pi_{O_i} = \Pi_{O_1} + \Pi_{O_2} + \dots + \Pi_{O_n}$$

3. Определить число рабочих, обслуживающих каждый станок в отдельности (при работе в одну смену) по формуле:

$$P_i = 0,96 \times K_H$$

4. Определить явочное число рабочих на участке (при работе в одну смену) по формуле:

$$\sum_{i=1}^{i=n} P_i = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$$

5. Определить коэффициент закрепления операций по формуле

$$K_{3.0} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \Pi_{O_i}}{\sum_{i=1}^{i=n} P_i}$$

6. В случае несовпадения $K_{3.0}$ с предварительно предполагаемым типом производства необходимо повторить расчет задавшись новым значением планируемого нормативного коэффициента загрузки станка всеми закрепленными за ним одностипными операциями K_H .

7. В случае совпадения $K_{3.0}$ с предварительно предполагаемым, проанализировать полученный результат, сделать вывод о типе производства.

На описание данного пункта в расчетно-пояснительной записке отводится 1-2 страницы.

3.4 ВЫБОР ВИДА ЗАГОТОВКИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ

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

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, а 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 изготавли-

вают 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.). Рекомендации по выбору материалов и заготовок, приведенные в работах [2], [7], [10], [12], [13], [31] дополняются, имеющимися на заводах материалами.

В расчетно-пояснительной записке студент обязан дать краткий анализ существующего на заводе способа получения заготовки, с учетом которого, а также на основании рекомендаций литературы и данных других заводов, предложить более рациональный способ получения заготовки, обосновав предложенный вариант технико-экономическими расчетами.

Выбор наиболее выгодного способа получения заготовки производят по методикам, приведенным в работах [2], [7].

Определение общих припусков на обработку детали ведется по укрупненным нормативам, приведенным в работах [13] и [31]. Окончательные размеры заготовки принимаются после расчета припусков на механическую обработку.

На описание данного пункта в расчетно-пояснительной записке отводится 1-2 страницы.

3.5 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОБРАБОТКИ

Установление последовательности обработки должно вестись параллельно с выбором технологических и измерительных баз. Ниже приводятся три подпункта, которые необходимо рассмотреть при описании настоящего пункта в расчетно-пояснительной записке. На описание данного пункта в расчетно-пояснительной записке выделено 3-4 страницы.

3.5.1 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ

При выборе баз нужно четко представлять общий (укрупненный) план обработки заготовки, который на последующих этапах подвергается дальнейшей детализации и уточнению.

В зависимости от сложности изготавливаемой детали возможно несколько схем базирования.

1. Заготовку базируют на необработанные поверхности и при одной установке (за одну операцию) производят ее полную обработку. Эту схему базирования применяют для деталей, обрабатываемых на автоматах, агрегатных станках, а также в приспособлениях-спутниках автоматических линий.

2. Заготовку базируют при выполнении большей части операций на обработанные несменяемые поверхности, подготовку которых производят на первых операциях обработки с базированием на необработанные поверхности. Эту схему базирования применяют для более сложных деталей, обработка которых выполняется за несколько установок.

3. Как и в предыдущем случае, базирование производится на постоянные обработанные поверхности; перед последним этапом обработки эти поверхности подвергаются повторной (отделочной) обработке. Эту схему базирования применяют для сложных деталей повышенной точности.

4. Заготовку базируют на различные последовательно сменяемые обрабатываемые поверхности. Эта, в принципе нежелательная, схема базирования может применяться при обработке деталей, к которым предъявляют особые требования.

5. Базирование заготовки с повторной (многократной) обработкой последовательно сменяемых баз. Пример применения – предварительное и чистовое шлифование бруска на магнитной плите с последовательным переворотом заготовки для обработки каждой стороны.

При выборе технологических баз необходимо стремиться к более полному соблюдению принципа совмещения баз. При этом погрешность базирования уменьшается до нуля и повышается точность обработки. Соблюдение принципа постоянства баз способствует повышению точности взаимного положения поверхностей деталей. Применение этого принципа постоянства баз повышает однотипность приспособлений и схем установки, что особенно важно при автоматизации процессов обработки. Стремление к более полному соблюдению этого принципа приводит к созданию на детали искусственных баз (бобышек, платиков, центровых гнезд, установочных поясков и других элементов).

При вынужденной смене баз следует переходить от менее точной к более точной базе (принцип последовательной смены баз). В каждом отдельном случае в зависимости от сложности обрабатываемой заготовки может быть предложено несколько схем базирования. При анализе и сопоставлении этих схем рассчитывают погрешности установки, пересчитывают размеры и допуски (если происходит изменение баз), а также определяют допуски на размеры технологических баз. Для уменьшения числа вариантов схем базирования следует по возможности использовать типовые схемы установки.

При выборе баз необходимо учитывать дополнительные соображения: удобство установки и снятия заготовки, надежность и удобство ее закрепления в выбранных местах приложения сил зажима, возможность подвода режущих инструментов с разных сторон заготовки. По выбранным базам должны быть сформулированы требования к точности и шероховатости, а также предусмотрена необходимость повторной обработки для устранения возможной деформации от действий остаточных напряжений в материале заготовки.

В расчетно-пояснительной записке студент должен описать принятую им схему базирования и обосновать свой выбор.

3.5.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАРШРУТА ОБРАБОТКИ ОТДЕЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗАГОТОВКИ

Знать маршрут обработки отдельных поверхностей необходимо для последующего расчета промежуточных размеров и общих припусков на обработку, а также промежуточных размеров заготовки по технологическим переходам обработки. Маршрут обработки устанавливают исходя из требований рабочего чертежа и вида принятой заготовки. По заданным точности и шероховатости данной поверхности и с учетом размера, массы и формы детали выбирают один или несколько возможных методов окончательной обработки. Решение этой задачи упрощается при использовании технологических характеристик методов обработки, которые приведены в табл.2.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ

Таблица 2

Метод обработки	Квалитет	Шероховатость
Точение:		
предварительное	12-13	12,5
чистовое	10-11	2,5-1,25
тонкое алмазное	6-7	0,63-0,32
Фрезерование:		
предварительное	11-12	12,5
чистовое	8-10	2,5-1,25
тонкое (торцевыми фрезами)	6-7	0,63-2,5
Сверление	11-12	6,3-2,5
Зенкерование:		
предварительное	12	12,5-2,5
чистовое (после черного)	11	1,25-0,63
Развертывание:		
предварительное	10-8	2,5-0,63
чистовое	7-8	0,63-0,32
тонкое	6-7	0,32-0,08
Шлифование:		
обдирочное		2,5-1,25
предварительное	10-8	1,25-0,63
чистовое	8-7	0,63-0,32
тонкое	7-6	0,32-0,08
Протягивание	8-7	1,25-0,63

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ

Таблица 2 (окончание)

Метод обработки	Квалитет	Шероховатость
Прошивание (для коротких отв.)	7	0,63-0,32
Хонингование (отв. диаметром до 80 мм)	7-6	0,32-0,08
Притирка (доводка)	6-5	0,1 и менее
Полирование	–	0,032-0,012

Зная вид заготовки, таким же образом выбирают первый (начальный) метод обработки. Если точность заготовки невысока, то данную поверхность сначала подвергают черновой обработке. При точной заготовке сразу можно начинать чистовую обработку, а в некоторых случаях и отделочную.

Базируясь на завершающий и начальный методы обработки, устанавливают промежуточные методы. При этом исходят из того, что каждому методу окончательной обработки предшествует один или несколько возможных предварительных (менее точных) методов. Например, чистовому развертыванию отверстия предшествует предварительное, а предварительному развертыванию – чистовое зенкерование и сверление.

При построении маршрута исходят из того, что каждый последующий метод должен быть точнее предыдущего. Технологический допуск на промежуточный размер и качество поверхности, полученные на предыдущем этапе обработки, должны находиться в пределах, при которых можно использовать намеченный последующий метод обработки. После чернового растачивания нельзя, например, применять чистовое развертывание, так как для устранения всех погрешностей предшествующей обработки режущая часть развертки работала бы с недопустимо большой глубиной резания. Выбор маршрута обработки поверхности на последующих этапах проектирования связан с установлением припуска на эту поверхность.

Число возможных вариантов маршрута обработки данной поверхности может быть довольно большим. Все они, однако, различны по эффективности и рентабельности. Выбор окончательного варианта по этим показателям важен, но сложен и трудоемок. Поэтому вначале маршрут выбирают приближенно, оценивая трудоемкость сопоставляемых вариантов по суммарному основному времени обработки и используя для расчета нор-

мативные материалы. Более точно выбирают маршрут при сравнении суммарной себестоимости обработки. Решение данной задачи может быть облегчено использованием типовых маршрутов обработки основных поверхностей деталей машин.

Число вариантов можно сократить с учетом некоторых соображений. К их числу можно отнести необходимость обработки данной поверхности на одном станке за несколько последовательных переходов, ограничение возможности применения других методов обработки, например, из-за недостаточной жесткости детали, а также необходимость обработки данной поверхности совместно с другими поверхностями детали (в целях, например, достижения их большей концентричности).

В расчетно-пояснительной записке студент обязан изложить доводы в пользу принятой им последовательности обработки отдельных поверхностей.

3.5.3 СОСТАВЛЕНИЕ МАРШРУТА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

Цель составления маршрута – дать общий план обработки детали, наметить содержание операций и выбрать тип оборудования.

При установлении общей последовательности обработки сначала обрабатывают поверхности, принятые за технологические базы. Затем обрабатывают остальные поверхности в последовательности, обратной степени их точности; чем точнее поверхность, тем позже она обрабатывается. Заканчивают обработкой той поверхности, которая является наиболее точной и имеет наибольшее значение для детали. В конец маршрута часто выносят обработку легко повреждаемых поверхностей, например, наружной резьбы.

В целях своевременного выявления раковин и других дефектов материала сначала производят черновую, а если потребуется, и чистовую обработку поверхностей, на которых дефекты не допускаются. При обнаружении дефектов заготовку либо бракуют, либо принимают меры для исправления брака.

При изготовлении точных деталей маршрут обработки делят на три последовательные стадии: черновую, чистовую и отделочную. На первой снимают основную массу материала в виде припусков, вторая имеет промежуточное значение, на последней обеспечивается заданная точность детали. В пользу такого расчленения маршрута могут быть приведены следующие соображения.

На черновой стадии обработки заготовки возникают большие погрешности, а также ее интенсивный нагрев. Чередование черновой и чистовой обработок в этих условиях не обеспечивает заданную точность. После черновой обработки наблюдаются наибольшие деформации заготовки в результате перераспределения остаточных напряжений в материале. Группируя обработку по указанным стадиям, увеличивают разрыв во времени между черновой и отделочной обработкой для устранения деформаций на последней стадии обработки. Вынесением отделочной обработки в конец маршрута уменьшается риск случайного повреждения окончательно обработанных поверхностей в процессе обработки и транспортировки. Кроме этого, черновая обработка может выполняться на специально выделенном менее точном оборудовании рабочими низкой квалификации.

Изложенный принцип проектирования маршрута, однако, не во всех случаях является обязательным. При жесткой заготовке и малых размерах обрабатываемых поверхностей окончательная обработка отдельных элементов может выполняться и в начале маршрута без каких-либо последствий.

Если деталь подвергается термической обработке, то технологический процесс механической обработки расчленяется на две части: процесс до термической обработки и после нее. Для устранения возможных короблений часто приходится предусматривать правку деталей или повторную обработку отдельных поверхностей для обеспечения заданной точности. Отдельные виды термической обработки в большой степени усложняют процесс механической обработки. Так, при цементации обычно требуется насытить углеродом отдельные участки детали. Этого добиваются защитным омеднением остальных участков или оставлением на них припуска, который снимается дополнительной обработкой после цементации, но до закалки.

Последовательность обработки в определенной степени зависит от системы привязки размеров. В первую очередь следует обрабатывать ту

поверхность, относительно которой на чертеже координированы другие поверхности детали.

При проектировании технологических процессов для существующих заводов, где цехи организованы по видам обработки, последовательность обработки устанавливаются с учетом возможного сокращения путей транспортировки деталей. Например, сначала выполняется токарная обработка, затем фрезерная и т.д.

Предварительное содержание операций устанавливается объединением тех переходов на данной стадии обработки, которые могут быть выполнены на одном станке. В массовом производстве содержание операций определяют из условия, чтобы их длительность была равна или кратна темпу выпуска изделий. На содержание операций влияет также необходимость сокращения количества перестановок деталей со станка на станок, что имеет большое значение для условий тяжелого машиностроения. При составлении маршрута обработки детали устанавливают также по отдельным операциям типы станков и другого технологического оборудования. На последующих этапах разработки технологического процесса эти наброски уточняют, определяют основные размеры и характеристики станков, а также их конкретные марки и модели. Итоги работы по данному этапу (перечень и содержание операций, оборудование и оснастка) заносят в технологическую маршрутную карту.

Принципиально правильный подход к составлению маршрута обработки деталей различного типа должен определяться на базе типизации технологических процессов [10], [12], [15], [21], [37], [38].

3.6 РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ОБРАБОТКУ

После уточнения способа получения заготовок, разработки рационального маршрутного технологического процесса изготовления детали необходимо произвести расчет припусков на одну - две обрабатываемые поверхности (по указанию преподавателя). Производится аналитический расчет по методикам, описанным в [7] и [13], и приводится схема распределения припусков и допусков.

На описание данного пункта в расчетно-пояснительной записке отводится 2-3 страницы.

3.7 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

При освещении этого пункта студент обязан умело, с учетом существующего технологического процесса и программы выпуска разработать свой вариант технологического процесса. При этом необязательна коренная переработка существующего технологического процесса, если это не требуется особыми условиями (резко возрастает программа выпуска, в корне изменен способ получения заготовки и т.п.).

Ниже приводятся три подпункта, которые необходимо рассмотреть при описании настоящего пункта в расчетно-пояснительной записке. На описание данного пункта выделено 3-6 страниц.

3.7.1 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ ОБРАБОТКИ

Для проектирования отдельной операции необходимо знать следующее: маршрут обработки заготовки, схему ее базирования и закрепления, какие поверхности и с какой точностью надо обрабатывать, какие поверхности и с какой точностью были обработаны на предшествующих операциях, припуск на обработку, а также темп работы, если операция проектируется для поточной линии. При проектировании операции уточняют ее содержание (намеченное ранее при составлении маршрута обработки), устанавливают последовательность и возможность совмещения переходов во времени, устанавливают настроечные размеры и составляют схему наладки. Проектируя технологическую операцию, стремятся к уменьшению штучного времени. При поточном методе работы штучное время увязывают с темпом работы, обеспечивая заданную производительность поточной линии.

Норма времени сокращается уменьшением ее составляющих и совмещением времени выполнения нескольких технологических переходов. Основное время t_0 сокращается в результате применения высокопроизводительных режущих инструментов и режимов резания, уменьшения припусков на обработку, уменьшения числа проходов и переходов при обработке поверхностей.

Вспомогательное время t_B сокращается уменьшением времени вспомогательных ходов станка, рациональным построением процесса обработки, а также уменьшением времени на установку и снятие заготовки путем использования приспособлений с быстродействующими зажимными устройствами. При одновременном выполнении элементов t_0 и совмещении их с элементами t_B , в состав $t_{шт}$ входят лишь наиболее продолжительные (лимитирующие) элементы времени из числа всех совмещаемых. Возможности совмещения технологических переходов во времени зависят от схемы построения станочной операции. Возможности перекрытия элементов $t_{оп}$ при выполнении станочных операций зависят от числа устанавливаемых для обработки заготовок, от числа используемых инструментов и от порядка обработки заготовок. Схемы станочных операций делят на одно- и многоместные, а по числу инструментов - на одно- и многоинструментальные. Последовательная или параллельная работа инструментов при обработке поверхностей заготовки, а также последовательное или параллельное расположение нескольких заготовок по отношению к режущим инструментам определяют схемы операций, различные по условиям совмещения переходов во времени. В зависимости от совмещения переходов операции могут быть последовательного, параллельного и параллельно-последовательного выполнения.

Проектирование многоинструментной наладки включает в себя составление плана размещения инструмента по переходам, уточнение схемы установки и закрепления заготовки.

На совмещение переходов обработки влияют также себестоимость выполнения операции, заданная точностью обработки, возможность размещения режущих инструментов в рабочей зоне и беспрепятственного удаления образовавшейся стружки.

Важное значение при установлении степени концентрации технологических переходов имеет фактор надежности технологической системы. С ее усложнением надежность снижается, растут число отказов и время на их устранение, а это, свою очередь, снижает производительность обработки.

3.7.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАСТРОЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ

Настроечный размер определяет такое положение режущей кромки инструмента относительно рабочих элементов станка и установочных элементов приспособления, которое обеспечивает с учетом явлений, происходящих в процессе обработки, получение выдерживаемого размера в пределах установленного допуска.

Настройка станка связана с выбором номинального настроечного размера и установлением допускаемых отклонений для него. Настроечный размер и допуск на него должны учитывать возможное колебание выдерживаемого размера под влиянием систематически действующих факторов. При обработке на предварительно настроенных станках основным фактором, изменяющим выдерживаемый размер во времени, является размерный износ режущего инструмента.

Рациональный выбор настроечного размера и допуска на него должен исключать появление брака по непроходной стороне калибра и обеспечивать более полное использование поля допуска на износ инструмента одновременно с уменьшением числа регулировок инструмента за время его стойкости. Исходя из этого, настроечный размер для наружной поверхности должен приближаться к наименьшему, а для внутренней – к наибольшему предельному размеру.

Применяемая иногда настройка на середину поля допуска в большинстве случаев не является рациональной, так как приводит к недостаточному использованию резервов точности и производительности технологических процессов. Настроечный размер при обработке с достаточно большими упругими отжатыми технологической системы должен учитывать явление копирования, когда наибольшие и наименьшие действительные размеры поверхностей после обработки получаются соответственно из заготовок с наибольшими и наименьшими действительными размерами.

Проектирование многоинструментальных наладок связано с определением условий размерной настройки для нескольких поверхностей с различными требованиями по точности. Настроечный размер и допуск на настройку необходимо в первую очередь рассчитать для поверхностей, обрабатываемых с наиболее жесткими допусками. Должны быть назначены и зафиксированы в технологическом процессе настроечные размеры также и для других поверхностей, так как в некоторых случаях обработка этих по-

верхностей может протекать при неблагоприятных условиях резания, при более интенсивном изменении настроечного размера и быстро привести к опасности появления брака.

В случае многопереходной обработки поверхностей расчет настроечных размеров должен обеспечить на всех технологических переходах наиболее благоприятные условия обработки; настроечные размеры с допусками на настройку фиксируются в технологической документации.

Не соблюдение настроечных размеров на предшествующих переходах может вызвать увеличение припуска на последующую обработку и, как следствие этого, снижение ее производительности.

3.7.3 УТОЧНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОПЕРАЦИЙ

Уточнение содержания операции позволяет осуществить выбор станка из имеющегося парка или по каталогу. Характер операции и принятый метод обработки определяет тип станка (токарный, сверлильный, фрезерный), а размеры заготовки и обрабатываемых поверхностей – основные размеры станка (высота центров, расстояние между центрами, размеры стола в плане). Установленная степень концентрации технологических переходов влияет на выбор модели станка. При высокой степени концентрации выбирают многосуппортные или многошпиндельные станки. Выбранная модель должна обеспечивать заданную точность обработки, наибольшую жесткость и производительность.

Предпочтительна модель с большим запасом мощности и большой степенью автоматизации рабочего цикла.

Тип режущего инструмента определяется выбранным методом обработки. Его размер устанавливают по выполненному ранее расчету промежуточных размеров заготовки (для зенкеров, разверток, протяжек и других инструментов), либо по модели станка и типу обрабатываемой поверхности (для резцов, расточных оправок).

3.8 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ

Применение приспособления позволяет:

- устранить разметку заготовок перед обработкой;
- повысить точность обработки;
- увеличить производительность труда на операции;
- снизить себестоимость продукции;
- облегчить условия работы и обеспечить ее безопасность;
- расширить технологические возможности оборудования;
- организовать многостаночное обслуживание;
- применить технически обоснованные нормы времени;
- сократить число рабочих, необходимых для выпуска продукции.

В зависимости от направленности курсового проекта для разработки конструкции могут приниматься:

- станочные приспособления;
- приспособления для закрепления рабочего инструмента;
- сборочные приспособления;
- контрольные приспособления;
- приспособления для захвата, перемещения и изменения положения обрабатываемых деталей.

При разработке конструкции приспособления необходимо обеспечить требуемую производительность, точность и рентабельность изготовления.

Общий вид приспособления (задание курсовой работы) разрабатывают методом последовательного вычерчивания отдельных его элементов в определенном порядке согласно рекомендаций [34].

В расчетно-пояснительной записке, ссылаясь на графическую часть конструктивной разработки, необходимо дать описание устройства приспособления. Описать принцип работы приспособления и произвести поверочный (прочностной) расчет слабого звена (детали) в конструкции. Чаще всего это может быть деталь в приводе зажимных элементов приспособления. Расчет необходимо проиллюстрировать схемой действующих сил и т.п. Для расчета можно использовать рекомендации [1] и [34]. Операция, на которую студент разрабатывает приспособление, указывается преподавателем.

На описание данного пункта в расчетно-пояснительной записке выделено 2-3 страницы.

3.9 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

При проектировании может быть разработано несколько равнозначных, с точки зрения достижения требуемого качества детали, технологических процессов. Основным критерием, в этих случаях, является экономическая эффективность, т.е. тот технологический процесс, который обеспечит лучшие экономические показатели, должен быть рекомендован для внедрения в производство.

Курсовая работа по разработке технологического процесса изготовления детали должна заканчиваться технико-экономическим анализом и сравнением показателей вновь разработанного процесса с процессом реализованным на промышленном предприятии.

Экономическая эффективность новых, включенных в технологический процесс мероприятий (новый вид заготовки; применено новое, более производительное приспособление, оборудование, более прогрессивные виды режущего инструмента и т.д.) определяется сопоставлением приведенных затрат, т.е. суммы себестоимости годового выпуска изделий и капитальных затрат:

$$C_C + E \times K_C \leftrightarrow C_H + E \times K_H$$

где: C_C и C_H – себестоимость изготовления годового выпуска изделий до и после введения новых технологических мероприятий;

K_C и K_H – капитальные затраты до и после введения новых технологических мероприятий;

E – нормативный коэффициент эффективности использования капитальных затрат.

Годовая экономическая эффективность:

$$\mathcal{E} = (C_C + E \times K_C) - (C_H + E \times K_H)$$

В себестоимость включаются расходы на заработную плату рабочему и наладчику, расходы на материалы, содержание и амортизацию оборудования, приспособлений и инструмента, расходы на все виды энергии.

В капитальные затраты включаются расходы на оборудование и его настройку, приспособление, комплект инструмента.

(В себестоимость изготовления детали и капитальные затраты в перечне включены только те статьи, по которым могут быть изменения при внедрении нового технологического процесса по сравнению с действующим на производстве).

В работе [7] в достаточной мере описана методика проведения технико-экономического обоснования вновь разработанных технологических процессов.

На описание данного пункта в расчетно-пояснительной записке выделено 2-3 страницы.

3.10 ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В этом разделе приводятся выводы по результатам курсового проектирования и даются предложения по улучшению, как технологического процесса, так и методов его проектирования.

4. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

К технологической документации в курсовой работе относятся:

1. Титульный лист (ТЛ), оформляемый по ГОСТ 3.1105-84;
2. Маршрутная карта (МК), оформляемая по ГОСТ 3.1118-82;
3. Карта эскизов (КЭ), оформляемая по ГОСТ 3.1105-84;
4. Операционная карта (ОК), оформляемая по ГОСТ 3.1404-86;
5. Ведомость оснастки (ВО), оформляемая по ГОСТ 3.1118-82.

Конкретный состав технологических документов определяется преподавателем и фиксируется в задании.

При оформлении технологической документации необходимо использовать систему автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР-ТП).

5. СОДЕРЖАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

Общее количество чертежей не менее двух листов формата А1.

Графическая часть включает:

- 1) чертеж-схему механической обработки (графическая технология);
- 2) чертеж (общий вид) приспособления для механической обработки или контроля.

Графическое изображение технологического процесса выполняется на наиболее характерные (сложные) операции (состав согласовывается с преподавателем). На графическом изображении операций должна быть указана схема базирования.

Если по одной проекции не представляется возможным показать схему базирования, то можно добавить еще одну проекцию, или дать дополнительные разрезы и сечения.

Обрабатываемые поверхности детали следует обводить сплошной линией толщиной от 2S до 3S.

Предпочтительный масштаб изображения 1:1. Для мелких деталей масштаб может быть увеличенным, а для крупных корпусных и других деталей – уменьшенным.

На листе формата А1 рекомендуется располагать четыре операции (разграничение переходов одной операции не допускается). При этом графическая технология на каждую операцию выполняется как самостоятельный чертеж.

В левом верхнем углу приводятся сведения о номере и наименовании операции, а также об оборудовании, на котором она выполняется.

На листе вычерчивается и заполняется штамп с основной надписью по ГОСТу 2.104-68.

Над основной надписью приводятся тексты переходов, выполняемых на данной операции.

Общий вид приспособления должен содержать число проекций и разрезов достаточное для представления конструкции и принципа действия как всего приспособления так и отдельных его деталей. На чертеже проставляются габаритные, посадочные, присоединительные и другие размеры, вытекающие из назначения приспособления. Методика проектирования приспособлений приводятся в работах [1], [6], [8] и [34].

ЛИТЕРАТУРА

1. Астахов А.И., Бояршинов В.С., Вардашкин Б.Н. и др. Станочные приспособления: Справочник В 2-х т. М.: "Машиностроение", 1984.
2. 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.
3. Базирование и базы в машиностроении. ГОСТ 3.1107-81 М.: "Стандарты", 1976.
4. Бекиров Я.А. Технология производства следящего гидропривода. М.: "Машиностроение", 1970.
5. Белецкий Д.Г. Прогрессивная технология насосостроения. М.: "Машиностроение", 1970.
6. Болотник Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. М.: "Машиностроение", 1973.
7. Горбацевич А.Ф., Чеботарев В.Н. и др. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Мн.: "Вышэйшая школа", 1975.
8. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. М.: "Машиностроение", 1971.
9. Зазерский Е.И., Жолнерчик С.И. Технология обработки деталей на станках с программным управлением. Л.: "Машиностроение", 1971.
10. Ильин М.Г., Бекиров Я.А. Технология изготовления прецизионных деталей гидропривода. М.: "Машиностроение", 1971.
11. Иванов А.Г. и др. Измерительные приборы в машиностроении. М.: "Машиностроение", 1973.
12. Кабаков М.Г., Стесин С.П. Технология производства гидроприводов. М.: "Машиностроение", 1974.
13. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога М.: "Машиностроение", 1976.
14. Лозовский В.Н. Надежность гидравлических агрегатов. М.: "Машиностроение", 1974.

15. Маталин А.А. Точность механической обработки и проектирование технологических процессов. Л.: "Машиностроение", 1976.
16. Маталин А.А., Френкель Б.И., Панов Ф.С. Проектирование технологических процессов обработки на станках с числовым программным управлением. Л.: Из-во Ленинградского университета, 1977.
17. Монахов Г.А., Оганян А.А., Кузнецов Ю.И. и др. Станки с программным управлением. Справочник. М.: "Машиностроение", 1975.
18. Металлорежущие станки. Каталог-справочник. В 8-ми ч. М.: НИИМАШ, 1976.
19. Металлорежущий инструмент. Каталог справочник. В 4-х ч. М.: НИИМАШ, 1965.
20. Марков Н.К. Выбор измерительных средств для линейных измерений от 1 до 500 мм от точности изготовления. М.: НИИМАШ, 1965.
21. Основы технологии машиностроения, под ред. Корсакова В.С. М.: "Высшая школа", 1977.
22. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Мелкосерийное и единичное производство. В 3-х ч. М.: "Машиностроение", 1975.
23. Общемашиностроительные типовые нормы времени на станочную обработку деталей машин. Вып. 1. Зубчатые колеса. М.: "Машиностроение", 1973.
24. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на малогабаритных металлорежущих станках. Серийное и мелкосерийное производство. М.: "Машиностроение" 1979.
25. Общемашиностроительные нормативы на холодную штамповку, резку, высадку и обрезку. Массовое, крупносерийное, серийное и мелкосерийное производство. М.: "Машиностроение" 1976.
26. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-

- заключительного при работе на металлорежущих станках. Мелкосерийное и единичное производство. М.: "Машиностроение" 1982.
- 27.Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени для технического нормирования работ по шлифовальным и доводочным станкам. Серийное, мелкосерийное и единичное производство. М., 1975.
 - 28.Резников А.Н., Алексейцев Е.И. и др. Абразивная и алмазная обработка материалов. Справочник. М.: "Машиностроение", 1977.
 - 29.Руководящий материал. Правила оформления технологических документов в организациях и на предприятиях Минстанкопрома. МР-040-9-77. М.: "Оргстанкинпром", 1978.
 - 30.Режимы резания металлов. Справочник под ред. Ю.В.Барановского. М.: "Машиностроение", 1972.
 - 31.Справочник технолога машиностроителя. Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещеркова. Т. 1, 2. М.: "Машиностроение", 1985.
 - 32.Справочник по производственному контролю в машиностроении. Под ред. Кутая Н.К., М.: "Машиностроение", 1975.
 - 33.Технологичность конструкции. Термины и определения. ГОСТ 14.205-83 (СТ СЭВ 2063-79). М.: "Стандарты", 1983.
 - 34.Терликова Т.Ф., Мельников А.С., Баталов В.И. Основы конструирования приспособлений. М.: "Машиностроение", 1980.
 - 35.Тишин С.Д. Расчет машинного времени работы на металлорежущих станках. М.: "Машиностроение", 1964.
 - 36.Чарнко Д.В. Основы выбора технологического процесса механической обработки. М.: "МашГИЗ", 1968.
 - 37.Шварцбурд Б.И. Технология производства гидравлических машин. М.: "Машиностроение", 1978.
 - 38.Ящерицын П.И. Основы технологии механической обработки и сборки в машиностроении. Мн.: "Вышэйшая школа". 1974.

О Г Л А В Л Е Н И Е

1 Цели и задачи курсовой работы	3
2 Объем курсовой работы	5
3 Содержание расчетно-пояснительной записки	6
3.1 Введение	7
3.2 Анализ норм точности и технологичности	7
3.3 Обоснование программы и типа производства	9
3.4 Выбор вида заготовки и экономическое обоснование метода ее получения	11
3.5 Выбор технологических баз и определение последовательности обработки	14
3.5.1 Выбор технологических баз	14
3.5.2 Определение маршрута обработки отдельных поверхностей	16
3.5.3 Составление маршрута обработки детали	18
3.6 Расчет припусков на обработку	20
3.7 Разработка технологического процесса изготовления детали	21
3.7.1 Проектирование операций обработки	21
3.7.2 Определение настроечных размеров	23
3.7.3 Уточнение содержания операций	24
3.8 Расчет и конструирование оснастки	25
3.9 Техничко-экономическое обоснование технологического процесса	26
3.10 Выводы и предложения	27
4 Правила оформления технологической документации	27
5 Содержание графической части проекта	28
Литература	29

Методические указания к курсовой работе по курсу "Технология изготовления гидропневмоприводов" для студентов специальности 12.11. "Гидромашины, гидроприводы, гидропневмоавтоматика"

Составили: Петухов Александр Владимирович
Подсекин Юрий Иванович

Ответственный за выпуск: Ю.И. Подсекин

Подписано в печать с оригинала-макета 28.11.95.

Формат 60x84 1/16. Печать офсетная. Усл. п.л. 1,87.

Уч.-изд.л. 1,53. Тираж 50. Зак. №6.

Отпечатано на ротапринтере ГПИ, г.Гомель, пр-т Октября, 48.