



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

Кафедра «Технология машиностроения»

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

*Методические указания
по выполнению курсового проекта*

**Минск
БНТУ
2013**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Технология машиностроения»

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

*Методические указания
по выполнению курсового проекта
для студентов машиностроительного, автотракторного,
военно-технического факультетов и факультета технологий
управления и гуманитаризации*

Минск
БНТУ
2013

УДК 621.7/9.001.63(075.8)

ББК 34я7

Т38

Составители:

Г. Я. Беляев, А. А. Ярошевич, Ю. В. Моргун

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники *С. Е. Карпович*;
главный инженер завода «Ударник» *В. Г. Зольников*

В методических указаниях освещены тематика, структурное построение и общие правила оформления курсовых проектов по технологии машиностроения.

Издание предназначено для студентов машиностроительного (МСФ) (специальностей 1-36 01 01, 1-36 01 03, 1-36 01 04, 1-27 01 01, 1-53 01 01), автотракторного (АТФ) (специальностей 1-37 01 01, 1-37 01 03, 1-36 01 04, 1-37 01 05, 1-36 01 07), военно-технического (ВТФ) (специальности 1-37 01 04-02) факультетов и факультета технологий управления и гуманитаризации (ФТУГ) (специальности 1-36 20 01) БНТУ.

© Белорусский национальный
технический университет, 2013

ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект по технологии машиностроения является одним из этапов подготовки инженеров, в процессе которого формируются и закрепляются теоретические знания студентов. Приобретается опыт самостоятельного решения практических задач, обеспечивается требуемая степень подготовленности студента к выполнению дипломного проекта и к дальнейшей инженерной деятельности, к выполнению задач по выпуску продукции, соответствующей по своим технико-экономическим показателям мировым образцами являющейся конкурентно-способной на внешнем рынке.

В процессе работы над курсовым проектом студентом решаются следующие вопросы: выбор способа получения заготовки, анализ технологичности конструкции детали (изделия), проектирование операций, расчет припусков, выбор технологического оборудования, режущего, мерительного и вспомогательного инструментов и приспособлений, расчет режимов резания и норм времени на проектируемые операции.

Особое внимание должно быть уделено выбору схемы базирования и разработке конструкции приспособлений для механической обработки (сборки).

Разработанный технологический процесс механической обработки (сборки) должен быть в достаточной степени обоснован технико-экономическими расчетами.

1. ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект по технологии машиностроения включает пояснительную записку, графическую часть проекта, технологическую документацию и спецификации на все специфицированные (состоящие из двух и более элементов) изделия.

Пояснительная записка (ПЗ) выполняется на бумажном (или по согласованию с руководителем иным носителе) в объеме 30–50 страниц машинописного (рукописного) текста (включая рисунки, таблицы, графики, формулы и пояснения к ним). Она включает следующие разделы:

1. Титульный лист.

2. Задание на курсовое проектирование.
3. Ведомость объема проекта.
4. Содержание.
5. Аннотация.
6. Введение.
7. Описание объекта производства, его назначение, основные технические характеристики.
8. Назначение и условия работы детали в узле.
9. Технологический контроль конструкторской документации и отработка конструкции детали на технологичность.
10. Анализ базового (если имеется в наличии) техпроцесса.
11. Выбор типа и организационной формы производства.
12. Выбор метода (методов) получения заготовки с экономическим обоснованием.
13. Проектирование маршрутной технологии механической обработки.
14. Разработка операционной технологии с экономическим обоснованием.
15. Расчет и назначение припусков на механическую обработку.
16. Размерный анализ техпроцесса (по согласованию с преподавателем).
17. Расчет и назначение режимов резания, норм времени на механическую обработку, необходимого количества оборудования и его загрузки.
18. Разработка теоретической схемы базирования и схем приспособлений, реализующих выбранную схему базирования (выполняют студенты специальностей «Технология машиностроения» (1-36 01 01) и «Автоматизация технологических процессов и производств» (1-53 01 01)).
19. Проектирование и расчет приспособления (описание принципа работы, силовой расчет и расчет на точность, технико-экономическое обоснование) – выполняют только студенты МСФ. Студенты АТФ дают только описание принципа работы приспособления.
20. Расчет технико-экономических показателей технологического процесса.
21. Заключение.
22. Литература.

Примечание: к пояснительной записке прилагаются комплект технологических документов, программная карта при обработке на станках с ЧПУ. Отчет по выполненной научно-исследовательской работе (в случае ее выполнения). В проекте может быть представлена и методическая разработка.

Объем графической части проекта представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание и объем графической части

№ п/п	Наименование чертежа	Количество листов	Наименование специальности
1	Чертеж детали*	0,5–1	Для всех специальностей МСФ, АТФ, ВТФ, ФТУГ
2	Чертеж заготовки*	0,5–1	
3	Эскизы операционные	2 л. формата А1 8–12 эскизов	Для специальностей 1-36 01 01, 1-53 01 01 МСФ
		1 л. формата А1 4–6 эскизов	Для всех специальностей АТФ, ВТФ, ФТУГ и специальностей 1-27 01 01, 1-36 01 03, 1-36 01 04 МСФ
4	Чертеж станочного или контрольного приспособления*	1–2	Для всех специальностей МСФ и АТФ
5	Размерный анализ техпроцесса	1–2 л. формата А1	Для специальности 1-36 01 01 по согласованию с руководителем проекта взамен п. 4 или в качестве дополнения к общему объему
6	Схемы базирования заготовок на операциях механической обработки и схемы приспособлений, реализующие принятые схемы базирования	1–2 л. формата А1	Для специальности 1-36 01 01 по согласованию с руководителем проекта взамен п. 4
7	Научно-исследовательская или методическая работа	1 л. формата А1	Один из пп. 5, 6, 7 может быть включен в графическую часть проекта по согласованию с руководителем как дополнение к общему объему или взамен п. 4
8	Программная карта обработки на станках с ЧПУ	1 л. формата А1	

Примечание: * – формат чертежа заготовки, детали, станочного или контрольного приспособления выбирается по согласованию с руководителем проекта.

Задание на проектирование технологического процесса обработки детали и тематика проектов. Задание на проектирование технологического процесса механической обработки или сборки студенты получают в течение первой недели семестра, в котором выполняется курсовой проект. В качестве тем курсового проекта могут быть как детали существующего производства, так и детали, для которых техпроцессы отсутствуют.

Технологический процесс изготовления деталей, выданных в качестве объекта для курсового проектирования должен содержать не менее 10 операций (позиций, переходов) механической обработки (сборки) для студентов МСФ (специальность 1-36 01 01) и не менее 4–6 операций для студентов АТФ, ВТФ, ФТУГ и специальностей 1-36 01 03, 1-53 01 01, 1-27 01 01.

Студенты дневной формы обучения выполняют курсовой проект после прохождения технологической практики на предприятиях, соответствующих профилю специальности.

Введение. Во введении необходимо дать обоснование актуальности разрабатываемой темы. Ее значение для повышения эффективности производства, охарактеризовать основные задачи, стоящие перед отраслью промышленности. Перед машиностроительным комплексом поставлена задача повышения технического уровня и качества машин, добиваясь их конкурентоспособности на внешнем рынке товаров и услуг. Во введении необходимо отметить роль машиностроения в переоснащении народного хозяйства современным оборудованием и технологиями, историю развития современного машиностроительного предприятия на примере конкретного машиностроительного предприятия Республики Беларусь.

Курсовой проект по технологии машиностроения является комплексной инженерной работой, тесно связанной с дисциплинами физико-математического цикла, теорией резания, проектированием режущего инструмента, технологическим оборудованием, технологией заготовительного производства и другими дисциплинами.

Все эти вопросы должны быть отражены во введении (объем 1–2 страницы).

Описание объекта производства. В этом разделе отображаются конструктивные особенности и основные характеристики объекта производства, под которым понимается машина в целом. Здесь же указывается назначение детали, условия ее работы, воспринимаемые нагрузки и возникающие напряжения, требования к точности и качеству поверхностей, конструктивные особенности детали. Отмечаются поверхности, имеющие основное и второстепенное назначение. Приводятся характеристики материала, из которого изготавливается деталь, его химический состав и механические свойства.

Анализ технологичности конструкции детали. Одним из этапов технологической подготовки производства является технологический контроль конструкторской документации (КД), представляющий собой ее инженерную проверку на соответствие требованиям технологичности. Основные задачи технологического контроля: повышение производительности и качества обработки, снижение материалоемкости, трудоемкости и себестоимости, возможность применения новых высокоэффективных и производительных методов обработки. Цель анализа технологичности конструкции: выявление недостатков конструкции детали и возможностей улучшения технологичности. При этом в конструкцию детали могут быть внесены изменения, позволяющие снизить затраты производства.

Исходными данными при обработке детали на технологичность являются: программа выпуска, тип и форма организации производства, рабочий чертеж детали и технические требования. Рабочий чертеж должен содержать все необходимые сведения о детали, т.е., все проекции, разрезы и сечения, дающие четкое представление о конструкции детали, размеры с необходимыми допусками, шероховатость поверхностей, а также другие технические требования (погрешности формы, наличие и вид термической обработки, покрытия, масса детали, марка материала и т.д.).

Оценка технологичности может быть двух видов: качественная и количественная. Качественная оценка характеризует конструкцию обобщенно, на основании опыта технолога и производится на всех стадиях проектирования как предварительная.

После завершения анализа технологичности конструкции детали все предложения должны быть систематизированы и приведены в пояснительной записке. Предлагаемые изменения в конструкцию

детали и заготовки вносятся после согласования с руководителем проекта.

Анализ базового технологического процесса. В этом разделе должны быть рассмотрены следующие вопросы:

1. Правильность выбора материала заготовки с учетом условий работы детали, стоимости материала, обрабатываемости резанием, давлением, литьем, свариваемости, склонности к короблению во время термообработки и т.д.;

2. Рациональность метода получения заготовки, ее размеров и формы в отношении фактических припусков на обработку;

3. Соответствие маршрута обработки типовому или групповому технологическому процессу аналогичных или близких по конструкции деталей;

4. Степень учета основных требований теории базирования на всех операциях техпроцесса (правила шести точек, принципов совмещения и постоянства баз);

5. Соответствие типов и параметров технологического оборудования по габаритам рабочей зоны размерам и конструктивным особенностям детали, заданным производительности и точности обработки, правильность и полнота использования технологических возможностей станков на всех операциях;

6. Возможность применения в техпроцессе прогрессивных конструкций режущего инструмента, обеспечивающего высокую производительность и точность обработки;

7. Способы измерения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей и применяемый в техпроцессе мерительный инструмент;

8. Эффективность использования оборудования по мощности, степень автоматизации и механизации техпроцесса;

9. Соблюдение требований технологической дисциплины, безопасности труда и охраны окружающей среды.

Технологический анализ базового варианта техпроцесса следует выполнять в форме таблиц П.1–П.8 Приложения. После каждой таблицы должно быть заключение о перспективности того или иного элемента базового технологического процесса и возможности их использования в проектируемом техпроцессе.

Выбор типа и организационной формы производства. Результаты анализа служат основанием для разработки нового технологи-

ческого процесса изготовления детали (сборки узла), обеспечивающего заданные производительность, точность, качество и технические требования при меньших затратах на обработку по сравнению с базовым вариантом. Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций: $K_{з.о.} \leq 1$ – массовое производство, $1 < K_{з.о.} \leq 10$ – крупносерийное, $10 < K_{з.о.} \leq 20$ – среднесерийное, $20 < K_{з.о.} \leq 40$ – мелкосерийное производство. В единичном производстве $K_{з.о.}$ не регламентируется.

Значение $K_{з.о.}$ принимается для планового периода, равного одному месяцу, и определяется по формуле

$$K_{з.о.} = \frac{O}{P},$$

где O – число операций;

P – число рабочих мест с различными операциями.

Если за рабочим местом закреплена только одна операция (независимо от коэффициента загрузки оборудования), общее число операций равно числу рабочих мест, $K_{з.о.} = 1$ и производство считается массовым. Если за всеми или некоторыми рабочими местами закреплено более чем по одной операции, то $K_{з.о.} > 1$ и производство является серийным. При малой загрузке оборудования его следует догружать аналогичными операциями по обработке других деталей. Условное число операций, закрепленных за одним рабочим местом в течение одного месяца при работе в одну смену, определяется по формуле

$$O_{р.м.} = \frac{\eta_n}{\eta_3},$$

где η_n – нормативный коэффициент загрузки оборудования;

η_3 – коэффициент загрузки рабочего места проектируемой операцией.

Среднее значение нормативного коэффициента загрузки оборудования для массового производства принимают 0,7; крупносерийного и для станков с ЧПУ – 0,75; среднесерийного – 0,8; мелкосерийного – 0,9.

Для выбора значения нормативного коэффициента загрузки оборудования можно ориентировочно определить тип производства по годовой программе выпуска и массе детали по таблице 2.

Таблица 2 – Зависимость типа производства от объема выпуска и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	Единичное, шт.	Мелко-серийное, шт.	Средне-серийное, шт.	Крупно-серийное, шт.	Массовое, шт.
	Объем выпуска, шт.				
1,0–2,5	< 10	10–1000	1000–50000	50000–100000	≥ 100000
2,5–5,0	< 10	10–500	500–35000	35000–75000	≥ 75000
5,0–10	< 10	10–300	30–25000	25000–50000	≥ 50000
> 10	< 10	10–200	200–10000	10000–25000	≥ 25000

Расчетное количество станков, необходимое для выполнения операции можно определить по формуле

$$m_p = \frac{T_{шт-к} N}{60 F_3},$$

где $T_{шт-к}$ – норма штучного для массового или штучно-калькуляционного времени для остальных типов производства;

N – программа выпуска данной детали, шт.;

F_3 – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч, берется по данным предприятия, на котором изготавливается данная деталь, а норма штучного или штучно-калькуляционного времени – из базового технологического процесса или из нормировочной карты. При отсутствии базового техпроцесса она рассчитывается по приближенным формулам [1; 12].

Необходимое явочное число рабочих для обслуживания в течение одной смены одного станка, загруженного по плановому нормативному коэффициенту,

$$P_i = \frac{T_{\text{шт-к}} N_i}{60 K_B \Phi_M} = \frac{O_{\text{р.м.}} N_M T_{\text{шт-к}}}{60 K_B \Phi_M},$$

где N_i – приведенный месячный объем выпуска деталей, шт., при загрузке станка до принятого нормативного коэффициента загрузки, $N_i = O_{\text{р.м.}} N_M$;

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

K_B – коэффициент выполнения норм;

Φ_M – эффективный месячный фонд времени рабочего, занятого в течение 22 дней в месяц, ч.

Форма организации производства зависит от типа производства, объема выпуска деталей, установленного порядка выполнения операций, расположения технологического оборудования и направления и характера движения заготовок по рабочим местам. Решение о целесообразности организации поточной или групповой формы производства принимается на основании сравнения заданного суточного выпуска изделий и расчетной суточной производительности поточной линии при условии ее загрузки при двухсменной работе на 65–75 %. Если заданный суточный выпуск меньше суточной производительности поточной линии при ее загрузке на 65–75 %, применение однономенклатурной поточной линии нецелесообразно.

В условиях массового производства одни и те же заготовки непрерывно находятся в работе. В этом случае определяется такт и ритм выпуска. Такт выпуска определяется по формуле

$$T_B = 60 F / N.$$

Ритм – величина, обратная такту.

При групповой форме организации запуск изделий в производство осуществляется партиями с определенной периодичностью, что является признаком серийного производства. Количество деталей в партии определяется по методике В. А. Петрова [1].

Выбор метода получения заготовки. При выборе метода получения заготовки возможны следующие варианты.

1. Способ получения заготовки принимается аналогичным существующему на предприятии. Тогда рассчитывается стоимость получения заготовки по заводскому варианту.

2. Способ получения заготовки изменяется. Но это изменение не приводит к изменению техпроцесса механической обработки заготовок. В этом случае предпочтение следует отдавать способу с более высоким коэффициентом использования материала и имеющего меньшую себестоимость.

3. Изменяется способ получения заготовки и он приводит к существенному изменению техпроцесса механической обработки. Тогда решение о целесообразности выбора этого способа принимается после расчета технологической себестоимости механической обработки с учетом стоимости заготовки.

Выбор варианта маршрута технологического процесса и его технико-экономическое обоснование. В этом разделе производится выбор и обоснование методов обработки всех поверхностей на основе требований чертежа и технических условий. Здесь же приводится технико-экономическое обоснование выбранного варианта техпроцесса. Намечая маршрут технологического процесса, следует использовать типовые техпроцессы механической обработки подобных деталей, технологические характеристики различных методов обработки и средств технологического оснащения (оборудования, приспособлений, режущего, мерительного и вспомогательного инструмента).

При решении этой задачи необходимо руководствоваться следующими положениями.

1. Вначале обрабатывают поверхности, которые затем используются в качестве промежуточных или чистовых технологических баз.

2. Затем обрабатываются остальные поверхности в порядке, обратном их степени точности (чем точнее должна быть обработана поверхность, тем позже ее обрабатывают).

3. В конец маршрута выносят обработку легкоповреждаемых поверхностей (резьб, рифлений, мелких шлицев и т.д.).

4. Для своевременного обнаружения дефектов заготовки (раковины, трещины и т.п.) вначале производят черновую, а если требу-

ется, и чистовую обработку поверхностей, на которых эти дефекты не допускаются.

5. Если деталь должна быть подвергнута термической обработке, то техпроцесс разделяют на две части: до термообработки и после нее.

6. Отделочные операции обычно выносят в конец маршрута, что уменьшает риск случайных повреждений окончательно обработанных поверхностей в процессе обработки и транспортирования.

7. Последовательность обработки зависит от способа протановки размеров на чертеже детали. В первую очередь обрабатывают ту поверхность, относительно которой координировано наибольшее количество других поверхностей.

8. Вспомогательные операции (сверление мелких отверстий, снятие заусенцев, зачистка поверхностей и т.д.) обычно выполняют на стадии чистовой обработки.

После предварительного составления последовательности обработки поверхностей выбирают способы и средства обработки каждой из них и определяют количество переходов (операций), необходимых для обработки заготовки.

Число переходов (операций), обеспечивающих заданную точность поверхности, можно определить расчетом уточнения всего технологического процесса:

$$\varepsilon_{\text{т.п.}} = \frac{T_{\text{заг}}}{T_{\text{дет}}},$$

где $T_{\text{заг}}$ и $T_{\text{дет}}$ – допуск на размер заготовки и детали, мм.

Уточнение технологического процесса можно определить как произведение уточнений отдельных операций:

$$\varepsilon_{\text{т.п.}} = \varepsilon_1 \varepsilon_2 \varepsilon_3 \dots \varepsilon_n = \prod_{i=1}^n \varepsilon_i,$$

где ε_i – уточнение, получаемое в результате выполнения отдельной операции или перехода:

$$\varepsilon_i = \frac{T_{i-1}}{T_i},$$

где T_{i-1} – допуск, обеспеченный при выполнении предыдущего перехода или операции;

T_i – допуск, который необходимо обеспечить при выполнении данной операции или перехода.

Для расчета количества операций используют таблицы средней экономической точности обработки [10].

При выборе вариантов техпроцесса необходимо произвести расчеты операционных размеров с учетом погрешности базирования на выполняемой операции, операционных размеров на предшествующих операциях, предельных значений припусков. Выбор вариантов размерного анализа техпроцесса производится на основе теории размерных цепей по указанию руководителя проекта (выполняют только студенты МСФ).

При проектировании обработки на станках с ЧПУ для сокращения штучно-калькуляционного времени и повышения производительности рекомендуется:

1. При обработке отверстий 6–7 квалитетов точности диаметром до 18 мм после сверления их применяют предварительное и окончательное развертывание. Для отверстий диаметром более 18 мм применяют чистовое растачивание.

2. При обработке отверстий 8–9 квалитетов точности окончательную обработку производят одной разверткой после сверления или растачивания.

3. Обработку группы одинаковых отверстий 11–12 квалитетов точности и предварительной обработки отверстий 7–8 квалитетов целесообразно выполнять последовательно путем обработки всех отверстий группы вначале одним инструментом, а затем другим. Обработку отверстий с точными межцентровыми расстояниями и окончательную обработку отверстий 7–8 квалитетов точности целесообразно выполнять для каждого отверстия последовательно всеми инструментами.

4. На станках с ЧПУ обработка отверстий ведется без кондукторов, поэтому перед сверлением отверстий диаметром до 15 мм рекомендуется производить центрование сверлом большего диаметра, что повышает точность обработки и исключает увод сверла.

5. При выборе металлорежущего оборудования для массового и крупносерийного производства необходимо отдавать предпочтение автоматам, полуавтоматам, агрегатным станкам и станкам с быст-

родействующими пневматическими или гидравлическими зажимными устройствами, для серийного производства – станкам с ЧПУ.

При разработке маршрутного техпроцесса для серийного и мелкосерийного производства в основу следует закладывать использование гибких производственных модулей (ГПМ).

Технологический процесс, с которым производится сравнение, называется базовым. Эффективность выбранного варианта техпроцесса определяется на основе расчетов экономической эффективности.

В результате выполнения данного этапа курсового проекта должно быть: перечень и содержание операций и технологическое оснащение каждой операции (оборудование, приспособления, режущий, мерительный и вспомогательный инструменты). Все эти сведения заносятся в маршрутную карту техпроцесса.

Расчет и назначение припусков на механическую обработку.

Объем выполняемой работы по данному разделу для различных специальностей МСФ, АТФ, ВТФ и ФТУГ приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Объем работы по разделу

№ п/п	Специальности	Расчет припусков	Назначение припусков по ГОСТ 26645–85 или по ГОСТ 7505–89
1	1-36 01 01, 1-36 01 03, 1-36 01 04, 1-53 01 01	Для двух разнотипных поверхностей	На остальные обрабатываемые поверхности
2	1-27 01 01	На одну обрабатываемую поверхность	На остальные обрабатываемые поверхности
3	Все специальности АТФ, ВТФ и ФТУГ	Расчет не производится	На все обрабатываемые поверхности

Определение расчетного (минимально необходимого) припуска дает возможность определить предельные операционные размеры для всех технологических операций или переходов обработки данной поверхности. Для поверхностей, у которых припуск определен расчетным путем, вычерчиваются схемы расположения припусков и допусков. Окончательные значения припусков и допусков заносятся

в сводную таблицу «Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности», форма которой приведена [1; 12 и др.].

Перед началом расчета припусков обычно выполняется эскиз заготовки с указанием принятой схемы базирования и поверхностей, для которых рассчитываются или назначаются припуски на механическую обработку. В конце расчета определяются все размеры заготовки и вычерчивается ее эскиз с указанием величины припусков и допусков на каждую обрабатываемую поверхность.

Проектирование операций механической обработки. При проектировании операций механической обработки уточняется их содержание, намеченное при составлении маршрута, устанавливаются последовательность и возможность совмещения переходов во времени, окончательно выбираются оборудование и технологическая оснастка, назначаются или рассчитываются режимы резания, нормы времени, определяются настроечные размеры, разрабатываются схемы наладок. Для каждой операции выбираются и обосновываются схемы базирования. При выборе баз необходимо стремиться соблюдать принципы постоянства и совмещения конструкторских, измерительных и технологических баз. Схемы базирования в соответствии с действующими стандартами графически изображаются на операционных эскизах. При проектировании обработки на станках с ЧПУ необходимо произвести размерную увязку траектории движения инструментов, исходной точки и положения заготовки с системой координат станка. Приспособление также должно иметь точную привязку к координатной системе станка.

Выбор структуры операций и рациональной последовательности переходов тесно связаны с выбором оборудования и технологической оснастки. Оборудование выбирают в зависимости от типа производства и формы его организации, конструктивных особенностей и размеров детали, технических требований, определяющих параметры точности заготовки, которые должны быть обеспечены на данной операции, технологических возможностей оборудования, экономической целесообразности применения специального или универсального оборудования.

Решающим фактором при выборе того или иного станка (если данный вид обработки можно выполнить на различного рода стан-

ках, обеспечивающих выполнение технических требований к детали) является экономичность обработки.

При выборе технологической оснастки следует при возможности применять стандартные или унифицированные быстродействующие автоматизированные и механизированные многоместные приспособления и вспомогательные инструменты.

При определении номенклатуры режущего инструмента стремятся использовать высокопроизводительный стандартный инструмент. Применение специального инструмента должно быть экономически обосновано в пояснительной записке.

Мерительный инструмент выбирается в зависимости от требуемой точности детали и операционных размеров. Обычно точность измерительного устройства составляет $(1/3 - 1/5)$ часть допуска на контролируемый размер.

Расчет режимов резания (только для студентов МСФ) производится для двух операций механической обработки по указанию руководителя проекта. На остальные операции назначаются по нормативам и заносятся в сводную таблицу режимов резания (таблица П.9 Приложения), [1, 12]. При этом следует отдавать предпочтение по расчету режимов резания для лезвийной обработки методикам ведущих мировых фирм по производству инструмента (Sandvic coromant, Seko, Mitsubichi, Iscar и др.).

Расчет технически обоснованной нормы времени приводится для одной – двух операций, остальные – вносятся в сводную таблицу. Образец сводной таблицы по расчету норм времени дан в Приложении (таблица П.10).

Требования по характеру и объему определения режимов резания и норм времени для различных специальностей приведены в таблице 4.

Расчет потребного количества станков. Расчет производится на основе данных, полученных при нормировании техпроцесса. При этом должны быть построены графики загрузки оборудования, загрузки оборудования по основному времени и по мощности и график стойкости инструмента. Два последних графика строят только студенты МСФ.

После чего строится циклограмма многостаночного обслуживания и определяется возможность многостаночного обслуживания и количество станков, обслуживаемых одним рабочим.

Таблица 4 – Требования по характеру определения режимов резания и норм времени для студентов различных специальностей

№ п/п	Расчет режимов резания и норм времени для специальностей	Количество операций для расчета	Назначение режимов резания и норм времени по нормативам для специальностей
1	«Технология машиностроения» (1-36 01 01), «Автоматизация технологических процессов и производств» (1-53 01 01), «Технологическое оборудование машиностроительного производства» (1-36 01 03), «Оборудование и технология высокоэффективных процессов обработки материалов» (1-36 01 04)	2	На все остальные операции механической обработки
2	«Экономика и организация производства» (1-27 01 01), все специальности АТФ, ВТФ и ФТУГ	Расчет не производится	На 3–4 операции механической обработки

Содержание операции описывается в операционной карте в повелительном наклонении неопределенной формы глагола (в соответствии с названием режущего инструмента) с указанием наименования обрабатываемой поверхности и ее цифрового обозначения на эскизе. В описание содержания операции (переходов) не следует включать размер обрабатываемой поверхности, который должен быть указан на операционном эскизе, т.е., повторение размеров не допускается. Применяется строчная запись содержания переходов и операций. Содержание перехода преимущественно должно уместиться на одной строчке. Все переходы, кроме установки заготовки, нумеруются арабскими цифрами: 1, 2 и т.д.

В колонке «Режущий инструмент» указывается наименование и код инструмента, его материал и характеристика, соответствующие стандарты или нормы.

Диаметр обработки ставят тот, который определяет скорость резания, т.е., полученный на предыдущем переходе или операции.

Операционный эскиз вычерчивается в произвольном масштабе, но форма и расположение заготовки должны соответствовать форме

и расположению ее на станке в конце выполняемой операции или перехода.

Режущий инструмент на операционном эскизе не указывается за исключением многоинструментальных наладок.

Поверхности, подлежащие обработке на данной операции (позиции), выделяются линией толщиной 2S. Базы, зажимы и установочные устройства обозначаются в соответствии с ГОСТ 3.1107–81 «Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения».

На операционном эскизе проставляются только те размеры и их предельные отклонения, которые должны быть получены в результате выполнения данной операции, кроме того могут проставляться некоторые габаритные и справочные размеры.

Остальные графы операционной карты заполняются в соответствии с требованиями ЕСТД и классификатором технологических операций.

Заполнение технологической документации производится черными чернилами или на компьютере.

Разработка теоретических схем базирования и схем приспособлений для их реализации. При разработке технологических операций механической обработки перед технологом стоит задача обеспечения точности размеров, формы, взаимного расположения и других технических требований, которые во многом зависят от правильности выбора схемы базирования. Под схемой базирования понимают схему расположения опорных точек на поверхностях заготовки или изделия. От принятой схемы базирования зависят не только точностные параметры и качество обработки, но и простота конструкции приспособления, стоимость и надежность его работы.

Исходными данными для проектирования приспособлений являются: конструкция и размеры детали; объем выпуска и тип производства; технологический процесс механической обработки с операционными эскизами и нанесенной на них принятой схемой базирования; характеристика станка, на котором будет выполняться данная операция (размеры рабочей зоны стола, пределы его рабочих перемещений, размеры и расположение Т-образных пазов и т.д.).

Перед началом разработки конструкции приспособления технолог выбирает технологические базы, разрабатывает операционные эскизы, которые используются при определении конструкции и размеров установочных элементов. Конструктор на основе разработанной схе-

мы базирования определяет комплектность, конструкцию и размеры установочных элементов, обеспечивающих выполнение технических требований чертежа при выполнении данной операции.

Тенденции развития современного производства в направлении повышения точности и качества обработки значительно повышают требования к выбору схемы базирования, призванной обеспечить точную и надежную ориентацию заготовки относительно рабочих органов станка и инструмента. Это объясняется тем, что все эти виды обработки основаны на принципе автоматического получения размеров на настроенных станках, в котором технологическая база является одним из звеньев технологической размерной цепи.

В этом разделе студенты всех специальностей МСФ, кроме специальности 1-27 01 01, дают описание принципа работы приспособления, производят силовой расчет и расчет на точность, расчет экономической целесообразности применения приспособления. Описание принципа работы приспособления сопровождается эскизами заготовки и схемами приспособления с нанесенными точками приложения сил и точек базирования. Приводится один из возможных вариантов практической реализации принятой теоретической схемы базирования, пример оформления этого раздела дан ниже на рисунках 1–3.

Студенты специальности 1-27 01 01 МСФ дают описание принципа работы приспособления, экономический расчет и расчет на точность или силовой (по усмотрению преподавателя). Студенты всех специальностей АТФ дают только описание принципа работы приспособления.

Пример выполнения раздела: разработать теоретическую схему базирования и один из вариантов ее конструктивного оформления для операции фрезерования паза в соответствии с эскизом детали.

За установочную базу принимаем наиболее развитую в геометрическом плане поверхность А, лишаящую заготовку трех степеней свободы (точки 1, 2, 3). За направляющую условно примем поверхность Б, лишаящую двух степеней свободы (4 и 5). В качестве направляющей принято выбирать наиболее протяженную поверхность. Последнюю, шестую степень свободы (точка б) лишает опорная база. Усилия закрепления обеспечивают неизменность принятой схемы базирования на все время выполнения операции. Точки приложения сил должны располагаться над опорными элементами приспособлений или в непосредственной близости от них.

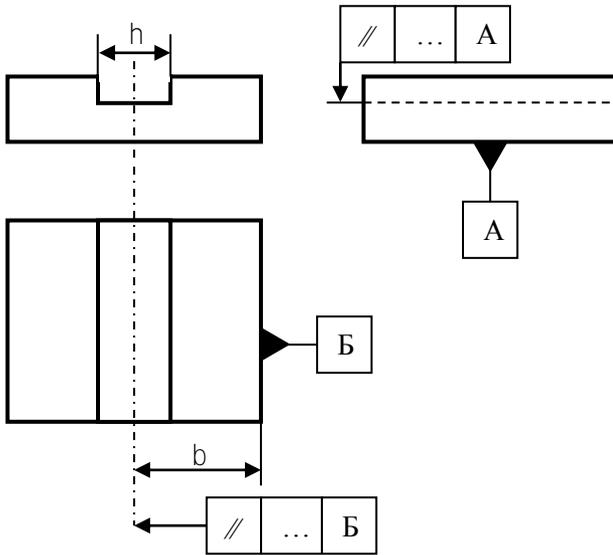


Рисунок 1 – Эскиз детали

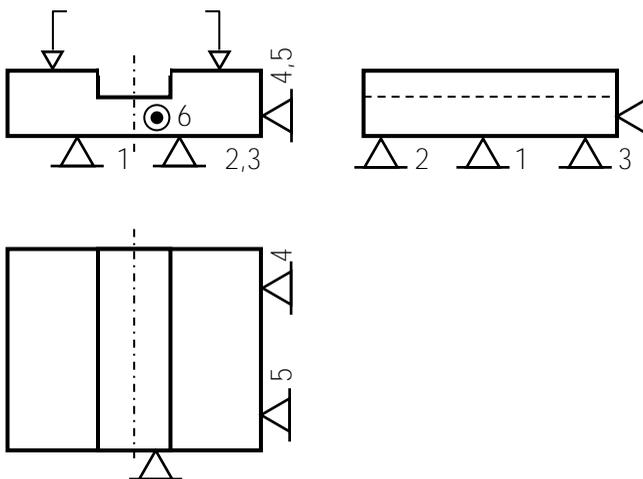


Рисунок 2 – Теоретическая схема базирования

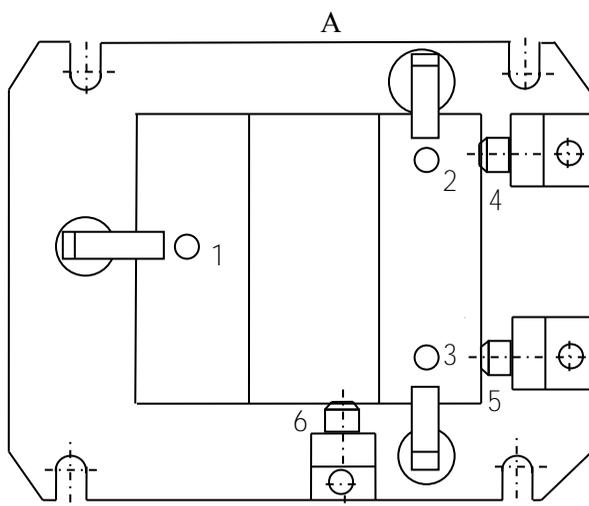
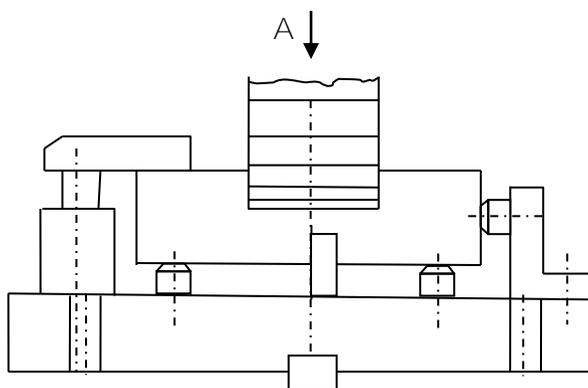


Рисунок 3 – Один из возможных вариантов эскизной конструктивной реализации принятой теоретической схемы базирования

Технико-экономические расчеты. В этом разделе определяются все статьи расходов, входящие в себестоимость изготовления детали. Результаты расчета экономической эффективности сводятся в таблицу основных технико-экономических показателей проекта. Методика расчета себестоимости и форма сводной таблицы приводятся в учебных пособиях по проектированию технологических процессов механической обработки [1, 12 и др.].

Студенты АТФ, ВТФ, ФТУГ и экономической специальности МСФ (1-27 01 01) выполняют экономические расчеты в соответствии с [19].

2. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

Оформление чертежей и эскизов производится в соответствии с требованиями ЕСКД, ЕСТПП и заводских и отраслевых нормалей.

На чертежах детали и заготовки указываются размеры, допускаемые отклонения, штамповочные и литейные уклоны, радиусы закруглений, материал, твердость и другие технические требования, предъявляемые к заготовке и детали. Чертежи детали и заготовки выполняются на листах чертежной бумаги формата А1–А4 в зависимости от сложности и размеров детали и заготовки. На чертеже заготовки внутри тонкими линиями наносится контур детали и указываются припуски на механическую обработку.

Операционные эскизы выполняются на листах формата А1. Для студентов машиностроительного факультета, кроме специальности 1-27 01 01, количество листов с операционными эскизами – 2, по четыре – шесть эскизов на каждом листе. Студенты АТФ, ВТФ, ФТУГ и специальности 1-27 01 01 выполняют по одному листу (4–6 эскизов).

Заготовка на эскизах изображается в том положении, которое она занимает при выполнении данной операции или перехода. Обрабатываемые поверхности выделяются линией толщиной 2S. Не допускается обводить обрабатываемые поверхности цветными карандашами или тушью. Базирующие и крепежные элементы обозначаются на эскизах условными значками в соответствии с ГОСТ 3.1107–81. На эскизах указывается шероховатость поверхно-

стей, размеры и допуски, которые должна быть получены при выполнении данной операции (перехода).

Мерные режущие инструменты (сверла, зенкеры, развертки, метчики) изображаются в исходном положении, все остальные – в конечном после выполнения операции. На эскизе указываются направления подачи, перемещения инструмента или заготовки.

На каждом операционном эскизе отображается номер операции, перехода, позиции или установка и наименование операции, содержание операции (по аналогии с операционной картой), штамп с режимами резания и нормами времени.

На чертеже общего вида приспособления должны быть проставлены габаритные и установочные размеры, размеры резьб, межосевые расстояния, посадки. Тонкими линиями (0,5–0,75S) наносят контур заготовки. Над штампом основной надписи приводятся технические требования на приспособление.

Спецификации выполняются на отдельном листе формата А4 по форме 1 и 1а в соответствии со стандартом и помещаются в приложении к пояснительной записке.

На чертеже режущего или вспомогательного инструмента приводятся общий вид инструмента с размерами и предельными отклонениями его рабочей части, углами заточки, необходимые разрезы и сечения и технические требования на изготовление. Для сборного инструмента составляется спецификация, которая помещается в приложении к пояснительной записке.

3. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Состав и формы карт, входящих в комплект технологических документов, зависят от типа производства, вида технологического процесса (единичный, типовой или групповой), степени использования средств автоматизированного проектирования (САПР ТП) и автоматизированной системы управления (АСУП).

В маршрутном технологическом процессе содержание операций излагается в маршрутной карте (МК) без указания технологических переходов.

В маршрутно-операционном технологическом процессе предусматривается маршрутное описание содержания операций с указа-

нием технологических переходов и их содержания в карте технологического процесса (КТП) или в МК.

В операционном технологическом процессе МК содержит только наименование операций, модели технологического оборудования, перечень прилагаемых технологических документов и трудозатраты всех операций, включая контрольные и термические операции, мойку и перемещения. Подробное описание операций с технологическими переходами производится в операционной карте (ОК).

Титульный лист (ТЛ) – документ, предназначенный для оформления комплекта технологических документов на технологические процессы изготовления или ремонта изделия или его составных частей. Титульный лист является первым листом документа. Он оформляется в соответствии с ГОСТ 3.1105–84.

Маршрутная карта – документ, предназначенный для маршрутного или маршрутно-операционного описания технологического процесса или отображения полного состава технологических операций при операционном описании техпроцесса изготовления или ремонта изделия. МК – составная, неотъемлемая и обязательная часть комплекта технологических документов. Формы и правила оформления МК регламентированы ГОСТ 3.1118–82. Для содержания изложения технологических процессов в МК используют строчную запись информации несколькими типами строк. Каждому типу строки соответствует свой служебный символ, который условно выражает характер и состав информации, размещаемой в графах данного типа строки, и предназначен для обработки содержащейся информации средствами механизации и автоматизации. Простановка служебных символов является обязательной и не зависит от и не зависит от применяемого метода технологического проектирования. Для обозначения служебных символов приняты прописные буквы русского алфавита, которые проставляются перед номером соответствующей строки.

Карта технологического процесса (КТП) – документ, предназначенный для маршрутно-операционного описания технологического процесса изготовления изделия в технологической последовательности по всем операциям с указанием переходов, данных о средствах технологического оснащения, материальных и трудовых затратах и технологических режимов. Формы и правила оформления карт технологического процесса оговорены в методических

указаниях по оформлению технологической документации в курсовых и дипломных проектах [13].

Карта эскизов и схем (КЭ) заполняется и оформляется в соответствии с ГОСТ 3.1105–84. К особенностям оформления КЭ следует отнести: при одноинструментальной обработке на эскизе не изображается режущий инструмент, не записываются содержание операции или перехода и режимы обработки во всех случаях; при многоинструментальной обработке, когда в одной наладке работает несколько инструментов, на операционных эскизах необходимо показывать режущий инструмент в конечном при обработке положении.

При выполнении операции на многопозиционных станках эскизы составляются на каждую позицию с указанием номера позиции.

Примеры оформления КЭ даны в работе [13].

Операционные карты технического контроля оформляются по ГОСТ 3.1502–85. Эскиз контролируемой детали располагают на поле карты, указывают все размеры, подлежащие контролю, и технические требования.

Требования по охране труда записываются во всех технологических картах МК, ОК и КЭ.

Ниже в таблицах приводится перечень информации, вносимой в графы технологических карт.

В таблице 6 приводятся объем и содержание технологической документации, выполняемой студентами различных специальностей АТФ, МСФ, ВТФ и ФТУГ.

Все разработанные технологические документы комплектуются в альбом или с пояснительной запиской и должны иметь титульный лист.

Технологические документы выполняются чернилами или в компьютерном варианте.

В таблице 7 приводится ориентировочный объем отдельных разделов проекта.

Таблица 5 – Перечень информации, вносимой в графы технологических карт (ГОСТ 3.1118–82)

Обозначение служебного символа	Содержание информации, вносимой в графы, расположенные в строке
А	Номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция; номер, код и наименование операции; обозначения документов, применяемых при выполнении операции
Б	Код, наименование оборудования и информация по трудозатратам
К	Информация по комплектующим изделиям сборочной единицы, составным ее частям с указанием наименования деталей, сборочных единиц, их обозначений, составным ее частям с указанием наименования деталей, сборочных единиц, их обозначений, обозначение подразделений, откуда поступают комплектующие и составные части, коды единицы величины и единицы нормирования, количество их на изделие и норма расхода
М	Информация о применяемом основном материале и исходной заготовке, о применяемых вспомогательных и комплектующих материалах (с указанием кода), обозначение подразделений, откуда поступают материалы, коды единицы величины и единицы нормирования, количество на изделие и норма расхода
О	Содержание операции (перехода)
Т	Информация о применяемой при выполнении операции технологической оснастке
Р	Информация о режимах обработки

Таблица 6 – Объем технологической документации, выполняемой студентами разных специальностей

№ п/п	Наименование технологического документа	Перечень специальностей
1	Маршрутная карта: а) сводный документ б) с операционным описанием	для всех специальностей МСФ, кроме экономической (1-27 01 01) АТФ, ВТФ, ФТУГ, специальность 1-27 01 01 МСФ

Окончание таблицы 6

№ п/п	Наименование технологического документа	Перечень специальностей
2	Операционная карта: а) на весь техпроцесс б) на две операции	для всех специальностей МСФ, кроме экономической (1-27 01 01) АТФ, ВТФ, ФТУГ специальность 1-27 01 01 МСФ
3	Карта эскизов и схем	В соответствии с п. 2
4	Операционная карта технического контроля	Для всех специальностей АТФ, ВТФ, МСФ, ФТУГ

Таблица 7 – Ориентировочный объем разделов проекта

№ п/п	Наименование раздела	Объем раздела от общего объема курсового проекта, %
1	Оформление задания на курсовое проектирование	1
2	Изучение чертежа детали, выбор метода получения заготовки с экономическим обоснованием	4
3	Разработка маршрутного техпроцесса	6
4	Расчет и назначение припусков на механическую обработку, размерный анализ техпроцесса, оформление чертежа заготовки	15
5	Определение режимов резания и норм времени	10
6	Выбор теоретических схем базирования, оформление технологических карт	10
7	Графическое оформление технологической документации	10
8	Разработка схемы приспособления	5
9	Проектирование приспособления и оформление его чертежа	10
10	Экономическая часть проекта	8
11	Окончательное оформление пояснительной записки	10
12	Выполнение эскизов графической части проекта	9
13	Подготовка к защите курсового проекта	2

4. ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Разделы пояснительной записки излагаются в соответствии с заданием на курсовое проектирование. Все разделы, таблицы, схемы и рисунки должны иметь название и быть пронумерованы. В тексте необходимо давать ссылки на литературные источники, рисунки, схемы и таблицы. Ссылки на литературные источники указываются в прямых скобках.

Пояснительная записка выполняется на листах формата А4 без ограничительных рамок и основной надписи. Разрешается выполнять текст на двух сторонах листа. Выполняется пояснительная записка либо в рукописном либо в компьютерном вариантах.

5. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

Основная задача проводимых исследований – научить студента теоретически решать инженерные задачи. В работе формулируется цель и задачи исследования на основе аналитического обзора материалов по теме.

Раздел должен содержать теоретические и экспериментальные исследования. Все единицы физических величин, термины, графики выполняются в соответствии с действующими стандартами. Работа должна содержать титульный лист, реферат, содержание, условные обозначения, символы, введение, основную часть, заключение, литературу и приложения.

Графическая часть НИР представляется к защите.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этом разделе излагаются основные выводы и рекомендации, которые делаются на основании выполненного проекта. Отмечаются особенности и оригинальность проекта, основные отличия от базового проекта: применение прогрессивных технологий обработки, современных материалов, новых конструкций инструментов, приспособлений, средств автоматизации и механизации основных и вспомогательных работ.

7. ЛИТЕРАТУРА

В список литературы вносят все источники (кроме учебников), которые располагаются в порядке появления ссылок в тексте пояснительной записки. При ссылке в тексте на источник информации приводится порядковый номер по списку литературы, заключенный в квадратные скобки. Обозначение каждого источника в списке должно содержать фамилию и инициалы автора (авторов), заглавие книги (статьи), место издания, издательство, год издания, количество страниц; для журнальных статей – наименование журнала, серия, год выпуска, том, номер журнала, страницы, на которых помещена статья.

Государственные стандарты, авторские свидетельства заносятся в список литературы в соответствии с действующими стандартами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении / под ред. В. В. Бабука. – Минск: Вышэйшая школа, 1987. – 246 с.
2. Дипломное проектирование по технологии машиностроения / под ред. В. В. Бабука. – Минск: Вышэйшая школа, 1979. – 303 с.
3. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. – М.: Машиностроение, 1974. – 350 с.
4. Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. – Л.: Машиностроение, 1975. – 654 с.
5. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / В. И. Анурьев. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. – Т. 1. – 728 с.
6. Классификатор технологических операций в машиностроении и приборостроении. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – Ч. 1 – 24 с.
7. Методические указания по контролю полноты изложения требований охраны труда в конструкторской и технологической документации: РД50-134-78. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 14 с.
8. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания на работы, выполняемые на металлорежущих станках с программным управлением. – М.: Экономика, 1980. – 208 с.
9. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. – М.: Машиностроение, 1974. – Ч. 1. – 416 с.
10. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
11. Проектирование маршрута обработки элементарных поверхностей деталей машин: методические указания и задания к контрольной работе для студентов заочных отделений специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и 1 36 01 02 «Технологическое оборудование» / Г. Я. Беляев [и др.]. – Минск: БНТУ, 2006 – 84 с.
12. Технология машиностроения: учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта и курсовой работы для студентов дневной и заочной форм обучения / Г. Я. Беляев, М. М. Кане, А. И. Медведев; под ред. М. М. Кане. – Минск: БНТУ, 2006. – 88 с.

13. Романенко, В. И. Оформление технологической документации в курсовых и дипломных проектах / В. И. Романенко. – Минск: БНТУ, 2009. – 80 с.
14. Войтов, В. В. Горячая объемная штамповка / В. В. Войтов, И. Д. Трофимов. – М.: Высшая школа, 1988. – 262 с.
15. Поковки стальные штампованные: ГОСТ 7505–89. – М.: Госкомитет по управлению качеством продукции и стандартам, 1990. – 51 с.
16. Отливки из металлов и сплавов: ГОСТ 26645–85. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 54 с.
17. Режимы резания металлов: справочник / под ред. Ю. В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.
18. Режимы резания металлов: справочник / под ред. А. Д. Корчемкина. – М.: НИИавтопром, 1995. – 456 с.
19. Методические рекомендации по расчету экономической эффективности освоения наукоемкой продукции / И. М. Бабук, И. Р. Гребенников. – Минск: БНТУ, 2004. – 95 с.
20. Технология машиностроения: сборник практических работ. – Ч. 1. Работа 5 «Выбор рационального варианта механической обработки по критерию минимальной себестоимости» / под ред. А. И. Медведева. – Минск: БНТУ, 2011. – 77 с.
21. Антонюк, В. Е. Конструктору станочных приспособлений / В. Е. Антонюк. – Минск: Беларусь, 1991. – 400 с.
22. Горошкин, А. К. Приспособления для металлорежущих станков: справочник / А. К. Горошкин. – М.: Машиностроение, 1965. – 380 с.
23. Общие требования к формам, бланкам и документам: ГОСТ 3.1104–81.
24. Общие требования к комплектности и оформлению документов на единичные техпроцессы: ГОСТ 3.1119–83.
25. Правила записи операций и переходов обработки резанием: ГОСТ 3.1702–79.
26. Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения: ГОСТ 3.1107–81.
27. Общие правила отражения оформления требований безопасности труда в технической документации: ГОСТ 3.1120–83.
28. Металлорежущий инструмент Sandvik Coromant: основной каталог, 2007 г.

29. Программа Secocut фирмы Seco Tools.
30. <http://www.mitsubichcarbide/com>.
31. <http://www.sandvik.com>.
32. Iscar. **Общий каталог**.

Дополнительный список литературы
см. в разделе «Документы» <http://www.bntu.by/msftm-2.html>.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П.1 – Технологические возможности применяемого оборудования

№ операции	Модель станка	Предельные или наибольшие размеры обрабатываемой заготовки, мм			Технологические возможности метода обработки	
		Диаметр (ширина) D (B)	Длина L	Высота, H	Квалитет точности	Шероховатость обрабатываемой поверхности Ra, мкм
1	2	3	4	5	6	7

Таблица П.2 – Характеристика возраста, стоимости, сложности, производительности и степени использования применяемого оборудования

Модель станка	Год изготовления	Цена станка, тыс. руб.	Категория ремонтной сложности	Количество станков на операции	Трудоемкость T _{шт.} , мин	Коэффициент загрузки станка
1	2	3	4	5	6	7

Таблица П.3 – Базирование заготовок при обработке

№ и название операции (перехода)	Выдерживаемые размеры		Номера поверхностей баз					Погрешность базирования
	Номинал	Допуск	Установочная	Направляющая	Опорная	Двойная направляющая	Двойная опорная	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Таблица П.4 – Режущие инструменты

№ операции	Наименование инструмента	Вид инструмента (станд., спец.)	Материал режущей части	Стойкость (фактическая), мин.	СОЖ	Режимы резания			Метод настройки на размер
						V, м/мин	S, мм/об	t, мм	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица П.5 – Вспомогательные инструменты

№ операции	Наименование инструмента	Вид инструмента (спец., станд.)	Способ установки режущего инструмента во вспомогательный	
			Способ крепления	Время на смену (правку) одного инструмента, мин
1	2	3	4	5

Таблица П.6 – Установочно-зажимные приспособления

№ операции	Название приспособления	Вид приспособления	Привод приспособления и уд. давл. (для пневмо- и гидропривод.)	Количество приспособлений на станке, шт.	Время на установку и снятие заготовки, мин.
1	2	3	4	5	6

Таблица П.7 – Характеристика степени механизации и автоматизации технологического процесса

№ операции	Модель станка	Управление циклом	Способ загрузки/выгрузки заготовки	Вид межоперационного транспорта	$d = \frac{T_m}{T_{шт}}$	Качественная оценка механизации и автоматизации		
						Степень	Вид	Категория
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Таблица П.8 – Средства технического контроля

№ операции	Наименование инструмента (прибора)	Вид инструмента (универс., спец.)	Точность измерения, мкм	Допуск на измеряемый размер, мм	Время на измерение, мин.
1	2	3	4	5	6

Таблица П.9 – Сводная таблица по режимам резания

Наименование операции, перехода, позиции	t , мин.	$f_{рез.}/f_{р.х.}$, мм	λ	$T_m/T_{р.}$, мин	$S_p/S_{п.}$, мм/об	$V_p/\sqrt{f_{п.}}$, м/мин	$n_{р.}/n_{п.}$, мин ⁻¹	S_m , мм/мин.	T_o , мин.	$P_o/P_{р.}$, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Таблица П.10 – Сводная таблица технических норм времени по операциям, мин

Номер и наименование операции	T_o	T_v			$T_{оп.}$	$T_{обс.}$		$T_{отд.}$	$T_{шт.}$	$T_{п-з.}$	n , шт.	$T_{ш-к}$
		$T_{ус.}$	$T_{уп.}$	$T_{из.}$		$T_{тех.}$	$T_{орг.}$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Объем курсового проекта	3
2. Графическая часть проекта	23
3. Оформление технологической документации	24
4. Оформление пояснительной записки	29
5. Научно-исследовательская работа	29
6. Заключение	29
7. Литература	30
Литература	31
Приложение	34

Учебное издание

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

*Методические указания
по выполнению курсового проекта
для студентов машиностроительного, автотракторного,
военно-технического факультетов и факультета технологий
управления и гуманитаризации*

Составители:

БЕЛЯЕВ Геннадий Яковлевич
ЯРОШЕВИЧ Александр Александрович
МОРГУН Юлия Владимировна

Технический редактор *Д. А. Исаев*
Компьютерная верстка *Д. А. Исаева*

Подписано в печать 21.05.2013. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 1,73. Уч.-изд. л. 2,21. Тираж 300. Заказ 293.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет. ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.