

THEATRE

The word "theatre" comes from a Greek word meaning a place for seeing. In this sense, the word refers to the space where performances are staged. However in a broad sense, theatre includes everything that is involved in production, such as the script, the stage, the performing company, and the audience. In addition, theatre refers to a part of human culture that began in ancient times.

Theatre is not the same as drama, though the words are frequently used interchangeably. Drama refers to the literary part of a performance, that is the play. There are different forms of drama, such as tragedy, serious drama, melodrama, and comedy.

Theatre is one of the most complex arts. It requires many kinds of artists for its creation. These specialists include a playwright, performers, a director, a scene designer, a costumier, a lighting designer, and various technicians. For many productions composers, musicians, and a choreographer (a creator of dances) are needed. A director of the theatre integrates all aspects of production including scenery, costumes, makeup, lighting, sound effects, music, and dancing.

There are many people who love and visit different kinds of theatres: drama theatres, musical theatres, puppet theatres, opera and ballet houses. A successful theatrical event is an exciting and stimulating experience.

There are a lot of theatres around the world. The theatrical centre of the United Kingdom is London. There are more than 40 theatres in West End of London, such as the Royal National Theatre, the Royal Shakespeare Theatre, which operate a repertory system and use a regular company. The best-known centre of professional theatre in the United States is New York City, though Chicago and Los Angeles have become major centres as well. Moscow and St. Petersburg are the two major theatre centres in Russia. The Maly and Bolshoi Theatre are known all over the world.

MUSIC IN OUR LIFE

Music is one of the oldest arts. People probably started singing as soon as language developed. Many ancient peoples, including the Egyptians, Chinese, Babylonians, and the people of India, used music in religious ceremonies. The first written music dates from about 2500 B. C.

Nowadays, music takes many forms around the world. There are two chief kinds of music: classical and popular. Classical music includes symphonies, operas, and ballets. Popular music includes country music, folk music, jazz, rock music, etc.

Music plays a major role in other arts. Opera combines singing and orchestral music with drama. Ballet and other forms of dancing need music to help the dancers. Film and TV dramas use music to help set mood and emphasize the action.

Music plays an important part in all cultures and social activities. Nearly all peoples use music in their religious services to create a state of mystery and awe, a feeling of distance from the daily world. Many people perform music for their own satisfaction. Singing in a choir or playing a musical instrument in a band can be very enjoyable. Music provides people with a way to express their feelings.

Технологический институт (филиал) ДГТУ в г. Азове
Факультет среднего профессионального образования
Кафедра «Технология машиностроения»

Рег.№ 645

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Дисциплина ОП.08 «Технология машиностроения»

Специальность 15.02.08 «Технология машиностроения»

Азов
2015

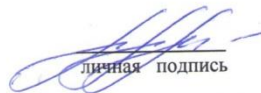
Лист согласования

Методические указания по выполнению практических занятий разработаны на основе рабочей программы дисциплины ОП.08 «Технология машиностроения» по специальности среднего профессионального образования 15.02.08 «Технология машиностроения»

РАЗРАБОТЧИК(И):

Преподаватель

«28» 08 2015 г.


личная подпись

И.П. Малегон

Методические указания по выполнению практических занятий рассмотрены и одобрены на заседании предметно - цикловой комиссии «Технология машиностроения»

Протокол № 1 от «28» 08 2015 г

Председатель ПЦК

«28» 08 2015 г.


личная подпись

М.А. Бойко

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой «ТМ»

«28» 08 2015 г.


личная подпись

А.В. Ковалева

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	4
2 Правила выполнения практических занятий. Критерии оценивания	7
3 Перечень практических занятий	8

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Сборник практических работ по учебной дисциплине (УД) «Технология машиностроения» содержит методические указания по выполнению практических работ и являются частью учебно-методического обеспечения учебной дисциплины (УД) «Технология машиностроения» и создан Вам в помощь для работы на занятиях, при выполнении домашнего задания и подготовки к текущему и промежуточному контролю по УД.

Сборник включает перечень практических занятий по каждой теме. По каждой практической работе в сборнике перечислены основные понятия и термины, а также дана краткая информация по каждому вопросу из подлежащих изучению.

Выполнение практических работ по курсу является обязательным. Наличие положительной оценки по практическим работам необходимо для допуска к экзамену, поэтому в случае отсутствия на занятии по уважительной или неуважительной причине Вам потребуется найти время и выполнить пропущенную работу.

В результате выполнения практических работ Вы должны **уметь**:

- выбирать последовательность обработки поверхностей деталей;
- применять методику отработки деталей на технологичность;
- применять методику проектирования сборочных операций;
- проектировать участки механических цехов.

В результате выполнения практических работ Вы должны **знать**:

- методику отработки деталей на технологичность;
- методику проектирования сборочных операций;
- методику нормирования трудовых процессов;
- нормативные документы по стандартизации, справочную литературу и другие информационные источники при проектировании технологических процессов;

В результате выполнения практических работ Вы должны **иметь практический опыт**:

- выбора методов получения заготовок и схем их базирования;
- нормирования различных операций: токарной, сверлильной, шлифовальной и т.д.;

В результате выполнения практических работ у Вас должны формироваться

- **общие компетенции (ОК)**:

Название ОК	Результат, который Вы должны получить (показатели)
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес	- системная и качественная работа над всеми видами заданий; - наличие внутренних мотивов к получению профессии техника.
ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы	- своевременность и качество выполнения заданий; - рациональность планирования и организации деятельности по выполнению практических работ; - обоснованность постановки цели, выбора и применения

и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество	способа решения профессиональной задачи в соответствии с реальными и заданными условиями; - рациональное распределение времени на все этапы работы; - самостоятельность обнаружения допущенных ошибок, своевременность коррекции деятельности на основе результатов самооценки продукта (практическая работа).
ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.	- своевременность, эффективность осуществления контроля, оценки, коррекции своих действий по процессу и результату деятельности в нестандартных ситуациях.
ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.	- обоснованность выбора и оптимальность состава источников, необходимых для выполнения практических работ; - владение способами обработки информации, структурирования, систематизации в соответствии с поставленными задачами.
ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.	- оптимальность использования информационных ресурсов и возможностей сети интернет для поиска, систематизации опыта, выполнения практических заданий; - соответствие содержания практических работ теме, требованиям к правилам оформления.
ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.	- конструктивность взаимодействия с обучающимися, преподавателями в ходе обучения и при решении профессиональных задач; - эффективность построения профессионального общения с учетом социально-профессионального статуса, ситуации общения, особенностей группы и индивидуальных особенностей участников коммуникации; - оптимальность работы в команде, коллективе.
ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.	- коррекция собственной деятельности в соответствии с поставленными целями, полученными результатами; - степень проявления ответственности за качество выполненной работы; - обоснованность выбора форм контроля и методов оценки эффективности и качества выполнения своей работы;
ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного разви-	- обоснованность и адекватность оценки своих профессионально-личностных качеств, постановки целей профессионально-личностного роста, определение форм и методов самообразования, повышения квалификации;

тия, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации	- своевременность и качество выполнения заданий по самостоятельной работе при изучении теоретического материала и прохождении различных этапов выполнения практического задания; - устойчивость интереса к самообразованию, повышению квалификации в области профессиональной деятельности.
ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности	- обоснованность адаптации с учетом изменяющихся условий: целей, содержания, технологий профессиональной деятельности; - результативность (качество) использования современных технологий в профессиональной деятельности (практическая работа); - проявление профессиональной мобильности при выполнении практических работ.

- профессиональные компетенции (ПК):

Название ПК	Результат, который Вы должны получить после выполнения курсового проекта (показатели)
ПК 1.1. Использовать конструкторскую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей	- чтение и анализ чертежей; - применение правил ЕСКД при чтении чертежей.
ПК 1.2. Выбирать метод получения заготовок и схемы их базирования	- анализ и выбор рациональной схемы чертежей; - правильность выбора и обоснованность рационального метода получения заготовки; - выбор рациональной схемы базирования.
ПК 1.3. Составлять маршруты изготовления деталей и проектировать технологические операции	- осознанность выбора способа обработки поверхностей; - составление технологического процесса изготовления детали; - правильность оформления технологической документации; - расчет режимов резания на технологические операции; - обоснованность выбора технологического процесса механической обработки детали
ПК 1.4. Разрабатывать и внедрять управляющие программы обработки деталей	Разрабатывать и внедрять управляющие программы обработки деталей.
ПК 1.5. Использовать системы автоматизированного проектирования технологических процессов обра-	Использовать системы автоматизированного проектирования технологических процессов обработки деталей.

ботки деталей	
ПК 2.1. Участвовать в планировании и организации работы структурного подразделения	Участвовать в планировании и организации работы структурного подразделения.
ПК 2.2 Участвовать в руководстве работой структурного подразделения	Участвовать в руководстве работой структурного подразделения.
ПК 2.3 Участвовать в анализе процесса и результатов деятельности подразделения	Участвовать в анализе процесса и результатов деятельности подразделения.
ПК 3.1. Участвовать в реализации технологического процесса по изготовлению деталей	Участвовать в реализации технологического процесса по изготовлению деталей.
ПК 3.2. Проводить контроль соответствия качества деталей требованиям технической документации	Проводить контроль соответствия качества деталей требованиям технической документации

2 ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Оформление отчетов должно производиться непосредственно в аудитории. Отчет по практическим занятиям оформляется индивидуально каждым студентом. При оформлении отчета следует руководствоваться требованиями, предъявляемыми к оформлению текстовых документов, таблиц, рисунков, графиков. Отчет по практическим занятиям должен быть выполнен аккуратно.

Перед выполнением практических занятий студент обязан проработать соответствующий материал, уяснить цель работы, ознакомиться с содержанием и алгоритмом выполнения работы.

Текст выполняемых работ студенты должны писать чернилами чётким почерком. Схемы, эскизы, таблицы выполняются только карандашом и только с помощью чертёжных инструментов.

После каждой работы проводится защита. Студент должен знать теорию по данной теме, пояснить, как проводился расчёт, уметь проанализировать полученные результаты.

Технологическую документацию заполнять в соответствии с требованиями ЕСТД.

Для получения оценки 5(отлично) выпускник должен:

- уложиться в установленные сроки выполнения практического занятия;
- излагать теоретический материал четко, кратко, связно и обоснованно;
- грамотно использовать инструментарий расчетов, логических построений, уметь в удобной для прочтения и анализа форме представить полученные результаты;
- уметь подкреплять ответы на заданные вопросы знаниями и умениями, приобретенными во время выполнения практического занятия.

Для получения оценки 4 (хорошо) выпускник должен:

- уложиться в установленные сроки выполнения практического занятия;
- излагать теоретический материал обоснованно и связно;
- не затрудняться в выборе методов расчета, анализа и предоставления полученных результатов.

Для получения оценки 3 (удовлетворительно):

- уложиться в установленные сроки выполнения практического занятия;
- допускаются недостаточно уверенные и четкие ответы, но они должны быть по существу и правильные;
- уметь выбирать и применять необходимые методы расчета, анализа и предоставлять их в удобной для восприятия и анализа форме.

Для получения оценки 2 (неудовлетворительно):

Выполнение работы поверхностно, компилятивно. Не получено ответов на вопросы по ходу выполнения практического занятия.

3 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№	Наименование практического (лабораторного) занятия	Количество часов	Индекс формируемых профессиональных и общих компетенций	Приобретаемые умения
1	2	3	4	5
1	«Оценка технологичности конструкции детали»	2	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ПК 1.1.	У1
2	«Выбор технологической базы и разработка схемы базирования»	2	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2.	У1, У2
3	«Определение норм времени на технологическую операцию механической обработки методом хронометража»	2	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1.	У1, У4
4	«Проектирование токарной операции обработки ступенчатого вала»	4	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3.	У1, У2, У4
5	«Проектирование токарной операции обработки фланца»	4	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3.	У1, У2, У4
6	«Проектирование сверлильной операции»	2	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3.	У1, У2, У4
7	«Проектирование фрезерной операции»	2	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3.	У1, У2, У4
8	«Проектирование шлифовальной операции»	2	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3.	У1, У2, У4
9	«Проектирование зубофрезерной операции»	2	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3.	У1, У2, У4
10	«Проектирование токарной с ЧПУ операции для обработки ступенчатого вала»	4	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3.	У1, У2, У4

1	2	3	4	5
11	«Анализ технологичности конструкции изделия. Описание служебного назначения сборочной единицы»	4	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9	У1, У2
12	«Разработка технологической схемы сборки СЕ»	4	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9	У2
13	«Нормирование технологического процесса сборки»	4	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9	У2, У4
14	«Построение циклограммы сборки. Формирование операций сборки»	4	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9	У2, У4
15	«Проектирование участка механической обработки»	6	ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9	У3

Практическое занятие № 1

«Оценка технологичности конструкции детали»

Практическое занятие рассчитано на 2 часа и относится к теме 1.5 «Технологичность конструкции изделия» по дисциплине «Технология машиностроения»

Цель работы: научиться практически определять виды поверхностей детали, их размеры, качество и шероховатость поверхности и проводить количественный анализ технологичности конструкции детали.

Реализуемые компетенции: ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ПК 1.1.

Реализуемые умения:
У1 – применять методику обработки деталей на технологичность.

Методическое обеспечение

1. Методические указания по проведению работы.

Методическая часть

Согласно ГОСТ 14.205-85 под **технологичностью конструкции изделия** понимается совокупность свойств конструкции изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат его труда, средств, материалов и времени при технической подготовке производства изготовления, эксплуатации и ремонте; при обеспечении установленных показателей качества и принятых условиях выполнения работ.

Количественная оценка технологичности конструкции производится с помощью системы количественных показателей.

Для определения степени технологичности рекомендуется использовать следующие количественные показатели:

1. Коэффициент использования материала, $K_{им}$, если $K_{им} > 0,7$, то деталь технологична.

2. Коэффициент унификации конструктивных элементов, $K_{уэ}$, если $K_{уэ} > 0,6$, то деталь технологична.

3. Коэффициент точности, $K_{т}$, если $K_{т} > 0,8$, то деталь технологична.

4. Коэффициент шероховатости, $K_{ш}$, если $K_{ш} < 0,32$, то деталь технологична.

Качественная оценка технологичности конструкции имеет описательный характер, в котором оговариваются положительные и отрицательные конструктивные элементы с точки зрения сборки и механической обработки детали.

Последовательность выполнения практической работы

1. Ознакомиться с целью работы и порядком её выполнения.

2. Начертить эскиз детали и обозначить все поверхности детали цифрами.

3. Провести количественный анализ технологичности, заполнив таблицу, проанализировав все поверхности детали, подвергаемые механической обработке, их квалитет, шероховатость и унифицированность.
4. Рассчитать коэффициенты количественной оценки технологичности.
5. Дать заключение о технологичности детали.
6. Оформить отчет.
7. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что такое производственная технологичность конструкции?
2. Что такое технологичность конструкции?
3. Какие виды оценки технологичности вы знаете?
4. Какие поверхности являются унифицированными?
5. Как определить квалитет и шероховатость поверхности?
6. С помощью каких коэффициентов оценивается количественная технологичность детали?

Практическое занятие № 2 **«Выбор технологической базы и разработка схемы базирования»**

Практическое занятие рассчитано на 2 часа и относится к теме 1.6 «Базы и базирование» по дисциплине «Технология машиностроения»

Цель работы: Приобретение практических навыков в выполнении схем базирования заготовки в приспособлении.

Реализуемые компетенции: ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2.

Реализуемые умения:

У1 – применять методику отработки деталей на технологичность.

У2 – применять методику проектирования операций.

Методическое обеспечение

1. Методические указания по проведению работы.

Методическая часть

У каждой обрабатываемой заготовки на каждой технологической операции различают поверхности:

- установочные;
- обрабатываемые;
- поверхности, по которым производится закрепление;
- поверхности, от которых производится измерение параметров обработанной поверхности;
- свободные.

Под *базированием* заготовки понимается ориентирование её относительно режущего инструмента и неподвижных частей станка.

У каждой детали машин различают следующие базы:

- конструкторские
- технологические
- измерительные

Конструкторские базы – это точка, линия, поверхность или совокупность этих элементов, относительно которых задаётся расположение деталей в сборочной единице.

Для симметричных элементов ось симметрии является конструкторской базой.

Технологическая база – это точка, линия, поверхность или совокупность этих элементов, с помощью которой заготовка ориентируется на станке при её обработке. При установке детали в приспособлении за технологические базы принимают реальные поверхности, непосредственно контактирующие с установочными элементами приспособления.

Измерительными базами называют поверхности детали, от которых производят отсчет размеров при её обработке. Число, форму и расположение опорных уста-

новочных базовых поверхностей следует выбирать так, чтобы обеспечить определенное и неизменное положение обрабатываемой детали в приспособлении относительно режущего инструмента при обработке.

Понятие измерительной и конструкторской баз очень сходны.

При разработке техпроцесса для выбора баз по каждой операции руководствуются следующими правилами:

1. Правило «чёрной» и «чистой» баз.

На первой технологической операции в качестве базы используется «чёрная» поверхность, при базировании по которой, производится обработка чистой базы для следующей операции. Как правило, в первую очередь обрабатывают основные технологические базы на первой технологической операции. «Чёрную» базу выбирают только один раз – это наиболее протяжённая поверхность с наименьшими припусками, защищенная.

2. Правило совмещения баз.

На каждой технологической операции необходимо стремиться в качестве конструкторской, технологической и измерительной баз использовать один и тот же элемент детали, т.е. совмещать все эти базы. При этом достигается наивысшая точность обработки. Например, при обработке наружных поверхностей вала, ось вала – это конструкторская, технологическая и измерительная база.

3. Правило единства баз.

При разработке техпроцесса стремятся на основных технологических операциях (при обработке самых точных и ответственных поверхностей) обработку выполнять от единой базы, как правило, от основной технологической базы.

4. Правило последовательной смены баз.

Если при выполнении тех. процесса невозможно выполнять обработку от единой базы, то в качестве базы для последующей операции выбирается более точная чистая поверхность.

5. Правило шести точек.

Из механики известно, что свободное тело в пространстве обладает шестью степенями свободы: перемещение по осям X Y Z и вращение вокруг осей X Y Z . Чтобы зафиксировать тело в пространстве на него необходимо наложить 6 связей – жесткие связи. При базировании заготовки в приспособлении ей необходимо обеспечить 6 точек опоры, расположенных в 3-х базирующих плоскостях.

Последовательность выполнения практической работы

2. Ознакомиться с целью работы и порядком её выполнения.
3. Выполнить схемы обработки заготовки.
4. Разработка схемы базирования заготовки.
4. Оформить отчет.
5. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

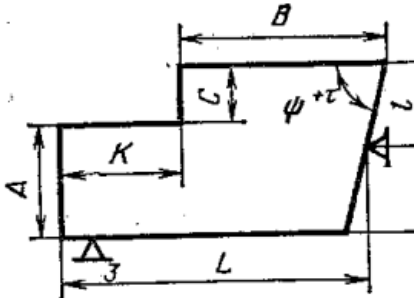
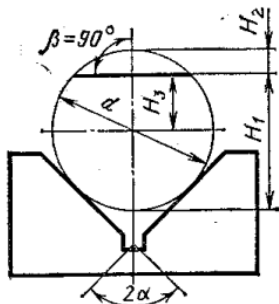
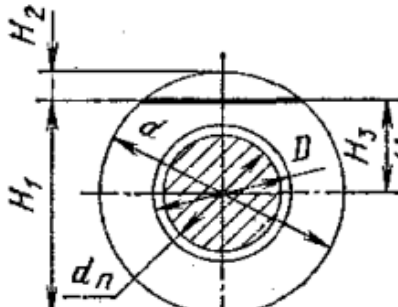
1. Какие виды поверхностей вы знаете?
2. Какие виды баз вы знаете?
3. Что такое конструкторская база?

4. Что такое технологическая база и какие технологические базы вам известны?
5. Перечислить правила выбора баз?
6. В чём заключается правило «чёрновой» и «чистой» баз?
7. В чём заключается правило совмещения баз?
8. В чём заключается правило единства баз?
9. В чём заключается правило последовательной смены баз?
10. В чём заключается правило шести точек?

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Разработать схему базирования заготовки для заданного варианта детали.

Таблица 1 Варианты заданий.

№ варианта	Выдерживаемый размер	Базирование. Обрабатываемые поверхности.	Схема установки
1	A	По плоским поверхностям. Обработка уступа	
2	B		
3	C		
4	K		
5	H ₁	По наружной цилиндрической поверхности в призму с углом 2α при обработке плоской поверхности	
6	H ₂		
7	H ₃		
8	H ₁ , H ₂	Внутренней цилиндрической поверхностью на жесткий цилиндрический палец с гарантированным зазором при обработке плоской поверхности	
9	H ₃		
10	H ₄		

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

«Определение норм времени на технологическую операцию механической обработки методом хронометража»

Практическое занятие рассчитано на 2 часа и относится к теме 2.2 «Фотография рабочего времени. Хронометраж»

Цель работы: Приобретение практических навыков по использованию методики нормирования трудовых процессов.

Реализуемые компетенции: ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1.

Реализуемые умения:

У2 – применять методику проектирования операций.

У4 – использовать методику нормирования трудовых процессов.

Методическое обеспечение

1. Методические указания по проведению работы.
2. Калькулятор.

Методическая часть

Хронометраж – это изучение посредством наблюдения и замеров продолжительности периодически повторяющихся элементов основного и вспомогательного времени.

Процесс исследования затрат рабочего времени методом хронометража имеет те же этапы, что и метод фотографии рабочего дня, но содержание этих процессов существенно различаются.

I Подготовка к наблюдению. Чтобы обеспечить точность наблюдения, необходима тщательная подготовка, которая заключается в следующем.

1. В зависимости от цели хронометража определяют объект наблюдения, например рабочего, за работой которого будет вестись наблюдение.

2. Изучают структуру организации, методы ее выполнения и разделяют операцию на составляющие элементы.

3. Чтобы определить продолжительность каждого элемента, необходимо точно установить его начало и конец (границы, отделяющие один элемент от другого). Моменты, имеющие заданные признаки, определяющие начало и конец выполнения элемента, называются фиксажными точками. При наблюдении по текущему времени T фиксажная точка конца элемента является одновременно начальной точкой последующего элемента.

4. Выявляют факторы, влияющие на продолжительность каждого элемента операции в конкретных производственных условиях, что позволяет при анализе результата наблюдения выявить и исключить дефектные замеры.

II. Наблюдение. Чаще всего для измерения продолжительности операции наблюдатель пользуется секундомером или хронометром.

III. Обработка результата наблюдений. Обработка результатов хронометражных наблюдений включает следующие действия.

- проведение анализа продолжительности элемента операции и исключение случайных малодостоверных, не характерных затрат времени;
- определение качества хронометражного ряда по коэффициенту устойчивости и доведения его до нормального значения, расчет среднеарифметических значений для каждого хронометражного ряда на один замер путем деления суммы на количество замеров;
- выборка улучшенных (прогрессивных) знаний наблюдаемого времени - тех, которые меньше среднеарифметических;
- определить по улучшенным (прогрессивным) значениям среднеулучшенных, как частное от деления суммы на количество замеров;
- сопоставление существующего и возможного перекрытия во времени соседних элементов;
- разработка нормальной структуры и длительности производственной операции.

Оценка качества хроноряда производится на основе определения фактического коэффициента устойчивости (K_y) и последующего сопоставления его с нормативным коэффициентом (K_{yn}), где t_{max}, t_{min} - соответственно максимальные и минимальные фактические значения хронометражного ряда.

IV. В зависимости от цели хронометража проводится анализ полученных результатов и устанавливается норма времени, причины отклонения.

Определим нормальную продолжительность приема при наблюдении за работой оборудования, если в результате вычислений получен ряд чисел -хронометражный ряд.

Номер замеров	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Продолжительность Приема (П.мин)	0.15	0.12	0.14	0.28	0.12	0.25	0.11	0.13	0.11	0.16

Анжеро-Судженский горный техникум				Карта индивидуальной фотографии рабочего дня	
Участок	Механический				
Дата	Смена	Время наблюдения		Рабочий	
		Начало	Конец	Фамилия, Имя, Отчество	
				Специальность	Токарь
Оборудование				Работа	
Наименование			Операция		
Модель			Деталь		
Инв. №			Разряд работы		Материал
Норма штучного времени					
Инструмент		Проходной и подрезной резцы	Норма выработки T _{из} T _{обс} T _{отл}		

Организация рабочего места:

- 1.Порядок снабжения заготовками: рабочий снабжается заготовками неравномерно, часто сам уходит и подносит заготовки на рабочее место.
- 2.Обеспечение инструментом: инструмент находится на рабочем месте. Заточка инструмента централизованная.
- 3.Порядок ухода за оборудованием: уборка и смазывание оборудования производится самим рабочим. Наладку выполняет наладчик.

Последовательность выполнения практической работы

1. Ознакомиться с целью работы и порядком её выполнения.
2. Подготовиться к наблюдению.
3. Наблюдать.
4. Обработать результаты.
5. Провести анализ полученных результатов.
6. Оформить отчет.
7. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что такое хронометраж рабочего времени ?
2. Что понимается под техническим нормированием станочных работ?
3. Из чего складывается норма штучного времени в условиях крупносерийного и массового производства и норма штучно-калькуляционного времени в условиях серийного и единичного производства?

Практическое занятие №4

«Проектирование токарной операции обработки ступенчатого вала»

Практическое занятие рассчитано на 4 часа и относится к теме 3.1 «Проектирование токарных операций»

Цель работы: Получение навыков проектирования токарной операции обработки ступенчатого вала.

Реализуемые компетенции: ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3.

Реализуемые умения:

У1 – применять методику отработки деталей на технологичность.

У2 – применять методику проектирования операций.

У4 – использовать методику нормирования трудовых процессов.

Методическое обеспечение

1. Кузнецов Ю.И. Оснастка для станков с ЧПУ, Справочник
2. Обработка металлов резанием. Справочник технолога под редакцией А. А. Панова.
3. Справочник технолога машиностроителя, том 1 и 2. под редакцией А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова.
4. Методические указания по проведению работы.
5. Калькулятор.

Методическая часть

В первую очередь, необходимо выполнить операционный эскиз по ГОСТ 3.1702 - 79 с указанием схемы базирования и закрепления заготовки по ГОСТ 3.1107 - 81. Обработываемую поверхность выделить и обозначить цифрами.

1. Определение последовательности переходов

Последовательность переходов устанавливается в соответствии с точностью, формой, размерами и шероховатостью обрабатываемой поверхности детали и видом заготовки.

Первый переход – вспомогательный: «Установить и зажать заготовку». Затем идут технологические переходы: сначала черновые, а затем чистовые, если поверхности точные и гладкие (шероховатость менее 10 мкм по Ra). Если заготовка не поджата задним центром и оставлен припуск по торцу, то сначала подрезают торец, а затем делают черновое наружное точение, затем предварительную (черновую) расточку при наличии центрального отверстия.

2. Выбор и расчет режимов резания

1. Устанавливаем глубину резания

$$t = \frac{D - d}{2},$$

где t – глубина резания, мм;

D – диаметр заготовки, мм;

d – диаметр при окончательной обработке, мм;

2. Назначаем подачу

3. Определяем скорость главного движения резания, допускаемую режущими свойствами резца, по формуле:

$$V_u = \frac{C_v}{T^m \times t^{x_v} \times S_o^{y_v}} \times K_v,$$

где V_u – скорость главного движения резания, м/мин;

C_v – коэффициент;

T – период стойкости, мин;

t – глубина резания, мм;

S_o – подача, мм/об;

K_v – коэффициент произведения коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки (K_{mv}), состояние поверхности (K_{nv}), материала инструмента (K_{iv}).

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{iv} K_{\phi v} K_{0v}.$$

4. Определяем частоту вращения шпинделя, соответствующую найденной скорости главного движения резания:

$$n = \frac{1000 V_u}{\pi D},$$

где n – частота вращения шпинделя, мин⁻¹;

1000 – переводной коэффициент в мм;

V_u – скорость главного движения резания, м/мин;

$\pi = 3,14$

D – диаметр заготовки, мм.

5. Определяем действительную скорость главного движения резания:

$$V_d = \frac{\pi D n_d}{1000},$$

где V_d – действительная скорость главного режима резания, м/мин;

D – диаметр заготовки, мм;

n_d – действительная частота вращения шпинделя, об/мин;

1000 – переводной коэффициент в мм.

6. Мощность, затрачиваемую на резание, определяем по формуле:

$$N_{рез} = \frac{P_z \times V_d}{60 \times 10^2},$$

где $N_{рез}$ – мощность, затрачиваемая на резание, кВт;

P_z – главная составляющая силы резания, кгс;

V_d – действительная скорость главного режима резания, м/мин.

$$P_z = 9,81 \times C_{pz} \times t^{x_{Pz}} \times S_o^{y_{Pz}} \times V^{n_{Pz}} \times K_{Pz},$$

где P_z – главная составляющая силы резания, Н;

C_{pz} – коэффициент;

t – глубина резания, мм;

S_o – подача, мм/об;

K_{pz} – поправочный коэффициент.

В единицах СИ (Вт):

$$N_{рез} = P_z \times V_d,$$

где P_z - в ньютонах (Н), а V_d - в метрах в секунду (м/с);

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка.

$$N_{шп} = N_d \times \eta,$$

где $N_{шп}$ – мощность на шпинделе станка, кВт;

N_d – мощность двигателя, кВт;

η – коэффициент полезного действия станка (КПД).

3. Расчет нормы времени

Норма штучного времени на операцию определяется по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{обсл} + T_{отдых},$$

где $T_{шт}$ – норма штучного времени, мин;

T_o – основное (технологическое) время, мин;

$T_{всп}$ – вспомогательное время, мин;

$T_{обсл}$ – время обслуживания рабочего места, мин;

$T_{отдых}$ – время на отдых и физические потребности, мин.

Последовательность выполнения практической работы

1. Ознакомиться с целью работы и порядком её выполнения.
2. Обозначить на эскизе детали все поверхности подлежащие токарной обработки и составить план обработки.
3. Выбрать схему базирования.
4. Выбрать металлорежущее оборудование на данную операцию.
5. Изобразить операционный эскиз.
6. Описать содержание переходов.
7. Выбрать технологическую оснастку, режущий и мерительный инструмент.
8. Выбрать и рассчитать режимы резания.
9. Определить нормы времени.
10. Оформить отчет.
11. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что является режущим инструментом при точении?
2. Какие приспособления для базирования заготовки используют при точении?
3. Из чего складывается штучно-калькуляционное время на операцию?
4. Какими параметрами характеризуется процесс резания при точении?

Практическое занятие №5 «Проектирование токарной операции обработки фланца»

Практическое занятие рассчитано на 4 часа и относится к теме 3.1 «Проектирование токарных операций»

Цель работы: Получение навыков проектирования токарной операции обработки фланца.

Реализуемые компетенции: ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3.

Реализуемые умения:

У1 – применять методику отработки деталей на технологичность.

У2 – применять методику проектирования операций.

У4 – использовать методику нормирования трудовых процессов.

Методическое обеспечение

1 Кузнецов Ю.И. Оснастка для станков с ЧПУ, Справочник

2 Обработка металлов резанием. Справочник технолога под редакцией А. А. Панова.

3 Справочник технолога машиностроителя, том 1 и 2. под редакцией А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова.

4 Методические указания по проведению работы.

5 Калькулятор.

Методическая часть

В первую очередь, необходимо выполнить операционный эскиз по ГОСТ 3.1702 - 79 с указанием схемы базирования и закрепления заготовки по ГОСТ 3.1107 - 81. Обрабатываемую поверхность выделить и обозначить цифрами.

1. Определение последовательности переходов

Последовательность переходов устанавливается в соответствии с точностью, формой, размерами и шероховатостью обрабатываемой поверхности детали и видом заготовки.

Первый переход – вспомогательный: «Установить и зажать заготовку». Затем идут технологические переходы: сначала черновые, а затем чистовые, если поверхности точные и гладкие (шероховатость менее 10 мкм по Ra). Если заготовка не поджата задним центром и оставлен припуск по торцу, то сначала подрезают торец, а затем делают черновое наружное точение, затем предварительную (черновую) расточку при наличии центрального отверстия.

2. Выбор и расчет режимов резания

1. Устанавливаем глубину резания

$$t = \frac{D - d}{2},$$

где t – глубина резания, мм;

D – диаметр заготовки, мм;

d – диаметр при окончательной обработке, мм;

2. Назначаем подачу

3. Определяем скорость главного движения резания, допускаемую режущими свойствами резца, по формуле:

$$V_u = \frac{C_v}{T^m \times t^{x_v} \times S_o^{y_v}} \times K_v,$$

где V_u – скорость главного движения резания, м/мин;

C_v – коэффициент;

T – период стойкости, мин;

t – глубина резания, мм;

S_o – подача, мм/об;

K_v – коэффициент произведения коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки (K_{mv}), состояние поверхности (K_{nv}), материала инструмента (K_{iv}).

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{iv} K_{\phi v} K_{ov}.$$

4. Определяем частоту вращения шпинделя, соответствующую найденной скорости главного движения резания:

$$n = \frac{1000 V_u}{\pi D},$$

где n – частота вращения шпинделя, мин⁻¹;

1000 – переводной коэффициент в мм;

V_u – скорость главного движения резания, м/мин;

$\pi = 3,14$

D – диаметр заготовки, мм.

7. Определяем действительную скорость главного движения резания:

$$V_d = \frac{\pi D n_d}{1000},$$

где V_d – действительная скорость главного режима резания, м/мин;

D – диаметр заготовки, мм;

n_d – действительная частота вращения шпинделя, об/мин;

1001 – переводной коэффициент в мм.

8. Мощность, затрачиваемую на резание, определяем по формуле:

$$N_{рез} = \frac{P_z \times V_d}{60 \times 10^2},$$

где $N_{рез}$ – мощность, затрачиваемая на резание, кВт;

P_z – главная составляющая силы резания, кгс;

V_d – действительная скорость главного режима резания, м/мин.

$$P_z = 9,81 \times C_{pz} \times t^{x^{Pz}} \times S_o^{y^{Pz}} \times V^{n^{Pz}} \times K_{Pz},$$

где P_z – главная составляющая силы резания, Н;

C_{pz} – коэффициент;

t – глубина резания, мм;

S_o – подача, мм/об;

K_{pz} – поправочный коэффициент.

В единицах СИ (Вт):

$$N_{\text{рез}} = P_z \times V_d,$$

где P_z - в ньютонах (Н), а V_d - в метрах в секунду (м/с);

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка.

$$N_{\text{шп}} = N_d \times \eta,$$

где $N_{\text{шп}}$ – мощность на шпинделе станка, кВт;

N_d – мощность двигателя, кВт;

η – коэффициент полезного действия станка (КПД).

3. Расчет нормы времени

Норма штучного времени на операцию определяется по формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{обсл}} + T_{\text{отдых}},$$

где $T_{\text{шт}}$ – норма штучного времени, мин;

T_o – основное (технологическое) время, мин;

$T_{\text{всп}}$ – вспомогательное время, мин;

$T_{\text{обсл}}$ – время обслуживания рабочего места, мин;

$T_{\text{отдых}}$ – время на отдых и физические потребности, мин.

Последовательность выполнения практической работы

1. Ознакомиться с целью работы и порядком её выполнения.
2. Обозначить на эскизе детали все поверхности подлежащие токарной обработке и составить план обработки.
3. Выбрать схему базирования.
4. Выбрать металлорежущее оборудование на данную операцию.
5. Изобразить операционный эскиз.
6. Описать содержание переходов.
7. Выбрать технологическую оснастку, режущий и мерительный инструмент.
8. Выбрать и рассчитать режимы резания.
9. Определить нормы времени.
10. Оформить отчет.
11. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что является режущим инструментом при точении?
2. Какие приспособления для базирования заготовки используют при точении?
3. Из чего складывается штучно-калькуляционное время на операцию?
4. Какими параметрами характеризуется процесс резания при точении?

Практическое занятие №6 **«Проектирование сверлильной операции»**

Практическое занятие рассчитано на 2 часа и относится к теме 3.2 «Проектирование сверлильных операций»

Цель работы: Приобретение практических навыков проектирования сверлильной операции. Практическое освоение методов расчета режимов резания и технического нормирования сверлильной операции.

Реализуемые компетенции: ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3.

Реализуемые умения:

У1 – применять методику обработки деталей на технологичность.

У2 – применять методику проектирования операций.

У4 – использовать методику нормирования трудовых процессов.

Методическое обеспечение

1. Кузнецов Ю.И. Оснастка для станков с ЧПУ, Справочник
2. Обработка металлов резанием. Справочник технолога под редакцией А. А. Панова.
3. Справочник технолога машиностроителя, том 1 и 2. под редакцией А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова.
4. Методические указания по проведению работы.
5. Калькулятор.

Методическая часть

Сверление является одним из самых распространенных методов обработки сквозных и глухих отверстий в сплошном материале в условиях единичного, серийного и массового производства. В частности, на обрабатывающих центрах 30.. 50 % основного технологического времени затрачивается на сверление отверстий. В процессе сверления совершаются два совмещенных движения: главное движение – вращение сверла или заготовки и вспомогательное – поступательное движение сверла (движение подачи). При сверлении отверстий на токарном станке вращается заготовка (главное движение), а сверло совершает поступательное (движение подачи). При обработке заготовки на сверлильном станке сверло совершает оба движения, а заготовка остается неподвижной (закреплена на столе станка). В большинстве случаев обработка отверстий осуществляется на сверлильных станках, предназначенных для работы сверлами, зенкерами, развертками, метчиками и др. При обработке заготовки на станке сверло совершает оба движения, а заготовка остается неподвижной (закреплена на столе станка). Согласно классификации металлорежущего оборудования сверлильные и расточные станки относятся ко второй группе, которая разделена на десять типов: пулевой тип не заполнен, к первому типу относятся вертикально-сверлильные-, ко второму одношпиндельные, к третьему – мно-

гошпиндельные; сверлильные станки четвертого типа – координатно-расточные, пятого – радиально-сверлильные, шестого – горизонтально-расточные, седьмого – алмазно-расточные, восьмого – горизонтально-сверлильные

При сверлении отверстия обычно используют стандартные спиральные сверла от Ø0,25 до Ø80 мм. Спиральные сверла изготавливаются из быстрорежущих сталей.

1. Расчет режимов резания

1) Устанавливаем глубину резания, t

При сверлении
$$t = \frac{D}{2},$$

При рассверливании
$$t = \frac{D-d}{2},$$

где t – глубина резания, мм;

D – диаметр при окончательной обработке, мм;

d – диаметр заготовки, мм; ю

2) Назначаем подачу.

3) Назначаем период стойкости сверла.

4) Определяем скорость главного движения резания, допускаемую режущими свойствами сверла, по формуле:

При сверлении
$$V_{и} = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_v,$$

При рассверливании
$$V_{и} = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v,$$

где $V_{и}$ – скорость главного движения резания, м/мин;

C_v – коэффициент;

D – диаметр сверла, мм;

T – период стойкости, мин;

t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

K_v – коэффициент произведения коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки ($K_{мр}$), состояние поверхности ($K_{пв}$), материала инструмента ($K_{ив}$).

5) Определяем частоту вращения шпинделя, соответствующую найденной скорости главного движения резания:

$$n = \frac{1000 V_{и}}{\pi D},$$

где n – частота вращения шпинделя, мин⁻¹;

1000 – переводной коэффициент в мм;

$V_{и}$ – скорость главного движения резания, м/мин;

$\pi = 3,14$;

D – диаметр фрезы, мм.

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка и устанавливаем действительную частоту вращения:

6) Определяем действительную скорость главного движения резания:

$$V_{д} = \frac{\pi D n_{д}}{1000},$$

где $V_{д}$ – действительная скорость главного режима резания, м/мин;

D – диаметр фрезы, мм;

n_d – действительная частота вращения фрезы, об/мин;

1000 – переводной коэффициент в мм.

7) Определяем крутящий момент по формуле:

При сверлении

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times D^q \times S^y \times K_p,$$

При рассверливании

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times D^q \times t^x \times S^y \times K_p.$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент, Н×м;

C_M – коэффициент;

D – диаметр сверла, мм;

t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

K_p – поправочный коэффициент.

8) Определяем мощность, затрачиваемую на резание:

$$N_{рез} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750},$$

где $N_{рез}$ – мощность затрачиваемая на резание, кВт.

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка.

Мощность (в киловаттах) на шпинделе станка равна:

$$N_{шп} = N_d \cdot \eta,$$

где $N_{шп}$ – мощность на шпинделе станка, кВт;

N_d – мощность двигателя, кВт;

η – коэффициент полезного действия станка (КПД).

2. Расчет нормы времени

Норма штучного времени на операцию определяется по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_e + T_{об} + T_{отдх},$$

где $T_{шт}$ – норма штучного времени, мин;

T_o – основное (технологическое) время, мин;

$T_{всп}$ – вспомогательное время, мин;

$T_{обсл}$ – время обслуживания рабочего места, мин;

$T_{отдх}$ – время на отдых и физические потребности, мин.

Последовательность выполнения практической работы

1. Ознакомиться с целью работы и порядком её выполнения.
2. Обозначить на эскизе детали все поверхности, подлежащие данной обработке и составить план обработки.
3. Выбрать схему базирования.
4. Выбрать металлорежущее оборудование на данную операцию.
5. Изобразить операционный эскиз.
6. Описать содержание переходов.
7. Выбрать технологическую оснастку, режущий и мерительный инструмент.
8. Выбрать и рассчитать режимы резания.
9. Определить нормы времени.
10. Оформить отчет.
11. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что является режущим инструментом при сверлении?
2. Какие приспособления для базирования заготовки используют при сверлении?
3. Из чего складывается штучно-калькуляционное время на операцию?
4. Какими параметрами характеризуется процесс резания при сверлении?

Практическое занятие №7

«Проектирование фрезерной операции»

Практическое занятие рассчитано на 2 часа и относится к теме 3.3 «Проектирование фрезерных операций»

Цель работы: Приобретение практических навыков проектирования фрезерной операции. Практическое освоение методов расчета режимов резания и технического нормирования фрезерной операции.

Реализуемые компетенции: ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3.

Реализуемые умения:

У1 – применять методику обработки деталей на технологичность.

У2 – применять методику проектирования операций.

У4 – использовать методику нормирования трудовых процессов.

Методическое обеспечение

1. Кузнецов Ю.И. Оснастка для станков с ЧПУ, Справочник
2. Обработка металлов резанием. Справочник технолога под редакцией А. А. Панова.
3. Справочник технолога машиностроителя, том 1 и 2. под редакцией А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова.
4. Методические указания по проведению работы.
5. Калькулятор.

Методическая часть

Фрезерные работы представляют собой обработку плоских и криволинейных поверхностей многолезвийным инструментом. На фрезерных станках обрабатывают плоские поверхности, пазы, канавки, уступы, фасонные поверхности. Обработка ведется фрезами с вертикальной осью вращения (торцевыми и концевыми) и с горизонтальной осью вращения (цилиндрические, дисковые, фасонные и др.). При фрезеровании цилиндрическими, дисковыми, прорезными и фасонными фрезами величина врезания и перебега зависит от диаметра фрезы. При фрезеровании закрытых шпоночных пазов эту величину не учитывают. при нормировании фрезерных работ особое внимание следует обращать на правильный расчет числа переходов фрезы, так как от этого зависит норма времени на технологическую операцию.

1. Расчет режимов резания

1) Устанавливаем глубину резания, t . Глубина резания определяется припуском на обработку.

2) Назначаем подачу на один оборот фрезы

Тогда подача на зуб фрезы:

$$S_z = \frac{S_0}{z},$$

где S_z – подача на зуб фрезы, мм/зуб;

S_0 – подача, мм/об;

z – число зубьев фрезы.

3) Назначаем период стойкости фрезы

4) Определяем скорость главного движения резания, допускаемую режущими свойствами фрезы, по формуле:

$$V_u = \frac{C_v D^{q_v}}{T^m t^{x_v} S_z^{y_v} B^{u_v} z^{p_v}} \times K_v,$$

где V_u – скорость главного движения резания, м/мин;

C_v – коэффициент;

D – диаметр фрезы, мм;

T – период стойкости, мин;

t – глубина резания, мм;

S_z – подача на зуб фрезы, мм/об;

B – ширина обрабатываемой поверхности, мм;

z – число зубьев фрезы;

K_v – коэффициент произведения коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки (K_{mp}), состояние поверхности (K_{nv}), материала инструмента (K_{iv}).

9) Определяем частоту вращения шпинделя, соответствующую найденной скорости главного движения резания:

$$n = \frac{1000 V_u}{\pi D},$$

где n – частота вращения шпинделя, мин⁻¹;

1000 – переводной коэффициент в мм;

V_u – скорость главного движения резания, м/мин;

$\pi = 3,14$

D – диаметр фрезы, мм.

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка и устанавливаем действительную частоту вращения:

10) Определяем действительную скорость главного движения резания:

$$V_o = \frac{\pi D n_o}{1000},$$

где V_o – действительная скорость главного режима резания, м/мин;

D – диаметр фрезы, мм;

n_o – действительная частота вращения фрезы, об/мин;

1000 – переводной коэффициент в мм.

11) Определяем скорость движения подачи:

$$V_s = S_m = S_z \cdot z \cdot n_o,$$

где V_s – скорость движения подачи, мм/мин;

S_z – подача на зуб фрезы, мм/об;

z – число зубьев фрезы;

n_o – действительная частота вращения фрезы, об/мин.

Корректируем величину V_s по паспортным данным станка и устанавливаем ее действительное значение.

Действительная подача на зуб фрезы равна:

$$S_{z\partial} = \frac{V_s}{z \cdot n_\partial},$$

где $S_{z\partial}$ – действительная подача на зуб фрезы, мм/зуб;

V_s – скорость движения подачи, мм/мин;

z – число зубьев фрезы;

n_∂ – действительная частота вращения фрезы, об/мин.

11) Определяем главную составляющую силы резания, по формуле:

$$P_z = \frac{9,81 \cdot C_p \cdot t^{x_p} \cdot S_z^{y_p} \cdot B^{u_p} \cdot z}{D^{q_p} \cdot n^{\omega_p}} \cdot K_p.$$

где P_z – главная составляющая силы резания, Н;

C_p – коэффициент;

D – диаметр фрезы, мм;

t – глубина резания, мм;

S_z – подача на зуб фрезы, мм/об;

B – ширина обрабатываемой поверхности, мм;

z – число зубьев фрезы;

n – частота вращения фрезы, об/мин;

K_p – поправочный коэффициент.

12) Определяем мощность, затрачиваемую на резание:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V_\partial}{60 \cdot 10^2},$$

где $N_{рез}$ – мощность затрачиваемая на резание, кВт;

P_z – главная составляющая силы резания, Н;

V_∂ – действительная скорость главного режима резания, м/мин.

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка.

Мощность (в киловаттах) на шпинделе станка равна:

$$N_{шп} = N_d \cdot \eta,$$

где $N_{шп}$ – мощность на шпинделе станка, кВт;

N_d – мощность двигателя, кВт;

η – коэффициент полезного действия станка (КПД).

2. Расчет нормы времени

Норма штучного времени на операцию определяется по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_e + T_{об} + T_{отдх},$$

где $T_{шт}$ – норма штучного времени, мин;

T_o – основное (технологическое) время, мин;

$T_{всп}$ – вспомогательное время, мин;

$T_{обсл}$ – время обслуживания рабочего места, мин;

$T_{отдх}$ – время на отдых и физические потребности, мин.

Последовательность выполнения практической работы

1. Ознакомиться с целью работы и порядком её выполнения.

2. Обозначить на эскизе детали все поверхности, подлежащие данной обработки и составить план обработки.
3. Выбрать схему базирования.
4. Выбрать металлорежущее оборудование на данную операцию.
5. Изобразить операционный эскиз.
6. Описать содержание переходов.
7. Выбрать технологическую оснастку, режущий и мерительный инструмент.
8. Выбрать и рассчитать режимы резания.
9. Определить нормы времени.
10. Оформить отчет.
11. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что является режущим инструментом при фрезеровании?
2. Какие приспособления для базирования заготовки используют при фрезеровании?
3. Из чего складывается штучно-калькуляционное время на операцию?
4. Какими параметрами характеризуется процесс резания при фрезеровании?

Практическое занятие №8

«Проектирование шлифовальной операции»

Практическое занятие рассчитано на 2 часа и относится к теме 3.4 «Проектирование шлифовальных операций»

Цель работы: Приобретение практических навыков проектирования шлифовальных операций. Практическое освоение методов расчета режимов резания и технического нормирования шлифовальных операций.

Реализуемые компетенции: ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3.

Реализуемые умения:

У1 – применять методику обработки деталей на технологичность.

У2 – применять методику проектирования операций.

У4 – использовать методику нормирования трудовых процессов.

Методическое обеспечение

1. Обработка металлов резанием. Справочник технолога под редакцией А. А. Панова.

2. Справочник технолога машиностроителя, том 1 и 2. под редакцией А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова.

3. Методические указания по проведению работы.

4. Калькулятор.

Методическая часть

Тип шлифовального станка определяется выбранным методом шлифования. Различают следующие методы шлифования:

- круглое наружное шлифование;
- внутреннее шлифование;
- бесцентровое шлифование;
- плоское шлифование периферией круга;
- плоское шлифование торцем круга.

Выбор метода шлифования определяется формой обрабатываемой заготовки, обрабатываемыми поверхностями этой заготовки, требуемой точностью обработки, требуемой шероховатостью поверхности детали и др. Наиболее часто используют плоскошлифовальные, круглошлифовальные и внутришлифовальные станки.

Режущим инструментом при шлифовании являются различного вида шлифовальные (абразивные) круги, которые различают по виду и размерам содержащегося в них абразивного материала. Скрепляются абразивные зерна при помощи связки. Связка влияет на степень износа абразивного круга и на параметры шероховатости обрабатываемой поверхности. Различают связки:

- керамические (К);
- бакелитовые (Б);

- вулканитовые (В);
- металлические (М);
- органические (О) и др.

Шлифовальные круги имеют различную степень твердости, под которой понимают сопротивляемость нарушению сцепления между абразивными зернами и связкой при сохранении заданных характеристик абразивного инструмента. Существует следующая шкала степеней твердости абразивного инструмента:

- ВМ1, ВМ2 – весьма мягкий;
- М1, М2, М3 – мягкий;
- СМ1, СМ2 – среднемягкий;
- С1, С2 – средний;
- СТ1, СТ2, СТ3 – среднетвердый;
- Т1, Т2 – твердый;
- ВТ – весьма твердый;
- ЧТ – чрезвычайно твердый.

Круги с определенной связкой и твердостью имеют свои области применения, часть из которых представлена в таблице 1.

Режимы резания при шлифовании назначают по справочным таблицам с учетом характеристик абразивного круга. После пробного шлифования в конкретных производственных условиях характеристики круга могут уточняться.

Основными параметрами режимов резания при шлифовании являются:

- скорость v_z , м/мин, вращения (или перемещения) заготовки;
- глубина t , мм/ход, шлифования – это слой материала, снимаемый с заготовки периферией или торцом абразивного круга в результате поперечной подачи за каждый ход (или двойной ход) стола шлифовального станка при круглом или плоском шлифовании, а также в результате поперечной подачи при врезном шлифовании;

- продольная подача $S_{пр}$ (мм/об заготовки или мм/ход стола) – это перемещение шлифовального круга вдоль оси на один оборот заготовки при круглом шлифовании или на один ход стола при плоском шлифовании периферией круга.

Основное (машинное) время t_{oi} по переходам и t_o на всю операцию определяют расчетным путем в зависимости от метода шлифования.

Таблица 1 – Области применения абразивного инструмента

Степень твердости или вид связки абразивного круга	Область применения
M2, CM2	Плоское шлифование торцом круга
Бакелитовые (Б)	Шлифование периферией круга
	Шлифование закаленных стальных заготовок
CM2, C2	Шлифование резьбы с крупным шагом
	Круглое, бесцентровое и профильное шлифование заготовок из чугуна, закаленных легированных сталей и сплавов, закаленных углеродистых сталей
CT2, T2	Обдирочное шлифование
	Предварительное шлифование
	Шлифование профильных поверхностей
	Шлифование прерывистых поверхностей
	Хонингование закаленных сталей

Последовательность выполнения практической работы

1. Ознакомиться с целью работы и порядком её выполнения.
2. Обозначить на эскизе детали все поверхности, подлежащие данной обработке и составить план обработки.
3. Выбрать схему базирования.
4. Выбрать металлорежущее оборудование на данную операцию.
5. Изобразить операционный эскиз.
6. Описать содержание переходов.
7. Выбрать технологическую оснастку, режущий и мерительный инструмент.
8. Выбрать и рассчитать режимы резания.
9. Определить нормы времени.
10. Оформить отчет.
11. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что является режущим инструментом при шлифовании?
2. Какие приспособления для базирования заготовки используют при шлифовании?
3. Какие абразивные круги могут использоваться при шлифовании?
4. Из чего складывается штучно-калькуляционное время на операцию?
5. Какими параметрами характеризуется процесс резания при шлифовании?

Практическое занятие №9 **«Проектирование зубофрезерной операции»**

Практическое занятие рассчитано на 2 часа и относится к теме 3.6 «Проектирование операций обработки зубчатых поверхностей»

Цель работы: Приобретение практических навыков проектирования зубофрезерных операций. Практическое освоение методов расчета режимов резания и технического нормирования шлифовальных операций.

Реализуемые компетенции: ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3.

Реализуемые умения:

У1 – применять методику обработки деталей на технологичность.

У2 – применять методику проектирования операций.

У4 – использовать методику нормирования трудовых процессов.

Методическое обеспечение

1. Обработка металлов резанием. Справочник технолога под редакцией А. А. Панова.

2. Справочник технолога машиностроителя, том 1 и 2. под редакцией А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова.

3. Методические указания по проведению работы.

4. Калькулятор.

Методическая часть

Нарезание цилиндрических зубчатых колес производится пальцевыми, дисковыми и червячными модульными фрезами, долбяками и т.д. Пальцевые модульные фрезы применяются для нарезания шевронных, цилиндрических и конических колес зубчатых венцов внутреннего зацепления, реек и др. Они также являются единственным инструментом для нарезания колес с непрерывным шевроном. Дисковые модульные фрезы используются для чернового и чистового нарезания зубчатых колес, секторов и червяков, а также для чернового нарезания конических колес.

Нарезание пальцевыми и дисковыми модульными фрезами осуществляется по методу копирования на специальных или универсальных станках. Эти фрезы применяются в основном для чернового нарезания зубьев колес со средними и крупными модулями. Они имеют профиль, близкий к профилю впадины зуба.

При нарезании колес пальцевыми и дисковыми модульными фрезами может быть обеспечена 10...12-я степень точности по ГОСТ 1643-81.

Нарезание цилиндрических зубчатых колес червячными модульными фрезами производится по методу обкатки. При этом в пространстве воспроизводится траектория движения зубьев рейки, зацепляющейся с колесом.

Существуют следующие виды зубофрезерования.

1. Встречное фрезерование – перемещение суппорта происходит сверху вниз, при этом зуб фрезы в начале резания снимает тонкую стружку. Недостатком встречного фрезерования является затрудненность начального этапа врезания фрезы.

2. Попутное фрезерование осуществляется при перемещении суппорта снизу вверх, причем зуб фрезы в начале резания снимает толстую стружку.

3. Диагональное фрезерование применяется как при встречном, так и при попутном направлении подачи с целью повышения стойкости фрез за счет их осевого смещения в процессе обработки.

4. Фрезерование радиальным врезанием используется для повышения производительности нарезания. Оно особенно эффективно при нарезании узких колес.

1) Расчет режимов резания

1. Определение глубины резания и числа проходов

Глубина резания и число проходов при черновом нарезании зубьев устанавливаются в зависимости от размеров нарезаемого зуба, характера обработки, мощности станка и жесткости системы СПИД.

Для предусмотренных нормативами размеров нарезаемого зуба, типов станков и жесткости системы черновое нарезание зубьев колес следует производить за один проход инструмента. Исключением являются те случаи нарезания зубьев колес, когда мощность станка или жесткость системы оказывается недостаточной для нарезания зубьев за один проход инструмента. Тогда нарезание зубьев проводят за два прохода инструмента. При этом первый проход производится с глубиной резания $1,4m$, а второй проход с глубиной резания $0,7m$.

Чистовое нарезание зубьев колес производится, как правило, за один проход. Исключением является зубодолбление цилиндрических зубчатых колес дисковыми долбьями, при котором, начиная модуля 3 и выше, при высоких требованиях к чистоте обработанных поверхностей и к точности зубьев колес чистовое нарезание следует производить за два прохода инструмента.

Режимы резания при этом остаются такими же, как и при работе за один проход инструмента.

2. Выбор подачи

Величину технологически допустимой подачи выбирают с учетом следующих факторов:

- заданного качества поверхности и требуемой точности;
- мощности станка;
- размеров нарезаемого зуба;
- количества зубьев колеса.

При черновом нарезании зубьев подачи в большинстве случаев ограничиваются жесткостью станка. При чистовой обработке зубьев подача устанавливается с учетом технических требований к чистоте и точности обработки.

3. Определение скорости резания и мощности по картам нормативов с учетом поправочных коэффициентов на изменение условий работы.

4. Расчет основного времени

Основное время при зубофрезеровании с осевым движением подачи определяется по формуле:

$$T_o = \frac{(b + l_1) \cdot z}{n_{\phi} \cdot S_o \cdot K}$$

где l_1 – врезание и перебег фрезы, мм;

b – ширина зубчатого венца колеса, мм (при одновременной обработке нескольких зубчатых колес умножается на их количество);

z – число зубьев нарезаемого колеса;

n_{ϕ} – частота вращения фрезы, мин⁻¹;

S_o – подача, мм/об;

K – число заходов червячной фрезы.

2) Нормирование вспомогательного времени

Отличительная особенность нормирования вспомогательного времени для зубообрабатывающих станков заключается в том, что нормативами устанавливаются затраты времени не на переход, а на операцию в целом, включая время на установку и снятие детали.

Вспомогательное время на зубофрезерную операцию устанавливают в зависимости от способа установки детали, типа станка, вида подачи, числа проходов, длины обработки и массы детали.

В условиях серийного производства время на обслуживание рабочего места выражают в % от оперативного времени:

$$T_{\text{обс}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot a_{\text{обс}}}{100} \text{ (МИН).}$$

Это время выбирается с учетом группы станка по наибольшему нарезаемому модулю.

Время перерывов на отдых и личные надобности исполнителя определяют в процентах от оперативного времени по соответствующим таблицам нормативов по формуле:

$$T_{\text{отл}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot a_{\text{отл}}}{100} \text{ (МИН),}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{\text{пз}}$ рассчитывают с учетом группы станка по соответствующим таблицам нормативов и включает время:

- на наладку станка, инструмента и приспособлений;
- на настройку станка для обработки колеса с косым зубом;
- на пробную обработку деталей;
- на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки партии деталей.

Штучное время в серийном производстве определяется по формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_v + T_{\text{обс}} + T_{\text{отл}} \text{ (МИН).}$$

Штучно-калькуляционное время рассчитывается для планирования и подетальной калькуляции производственных затрат, когда $T_{\text{п.з}}$ включено в норму $T_{\text{шт}}$:

$$T_{\text{ш.к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п.з}}}{n} \text{ (МИН),}$$

где n – число заготовок в операционной партии в штуках.

Норма выработки, т.е. количество единиц продукции, которое должно быть изготовлено за расчетный период времени (рабочую смену), для серийного производства рассчитывается по формуле:

$$N_v = \frac{T_{см} - T_{пз}}{T_{шт}} \text{ (шт.)},$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены в минутах.

Последовательность выполнения практической работы

1. Ознакомиться с целью работы и порядком её выполнения.
2. Обозначить на эскизе детали все поверхности, подлежащие данной обработке и составить план обработки.
3. Выбрать схему базирования.
4. Выбрать металлорежущее оборудование на данную операцию.
5. Изобразить операционный эскиз.
6. Описать содержание переходов.
7. Выбрать технологическую оснастку, режущий и мерительный инструмент.
8. Выбрать и рассчитать режимы резания.
9. Определить нормы времени.
10. Оформить отчет.
11. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что является режущим инструментом при зубофрезеровании?
2. Какие приспособления для базирования заготовки используют при зубофрезеровании?
3. Из чего складывается штучно-калькуляционное время на операцию?
4. Какими параметрами характеризуется процесс резания при зубофрезеровании?

Практическое занятие №10

Проектирование токарной с ЧПУ операции для обработки ступенчатого вала

Практическое занятие рассчитано на 4 часа и относится к теме 4.3 «Особенности проектирования техпроцессов обработки деталей на станках с ЧПУ»

Цель работы: Получение навыков проектирования токарной с ЧПУ операции для обработки ступенчатого вала.

Реализуемые компетенции: ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3.

Реализуемые умения:

У1 – применять методику отработки деталей на технологичность.

У2 – применять методику проектирования операций.

У4 – использовать методику нормирования трудовых процессов.

Методическое обеспечение

1. Кузнецов Ю.И. Оснастка для станков с ЧПУ, Справочник
2. Обработка металлов резанием. Справочник технолога под редакцией А. А. Панова.
3. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания на работы, выполняемые на металлорежущих станках с ЧПУ
4. Общемашиностроительные нормы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительного для технического нормирования станочных работ.
5. Справочник технолога машиностроителя, том 1 и 2. под редакцией А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова.
6. Методические указания по проведению работы.
7. Калькулятор.

Методическая часть

Токарные операции на оборудовании с ЧПУ предназначены для токарной обработки деталей типа «Вал» и других деталей, конфигурация которых образована наружными и внутренними цилиндрическими поверхностями.

Преимуществами токарных с ЧПУ операций является возможность обработки на одном переходе нескольких цилиндрических поверхностей с одновременной обработкой торцов; осуществление черного и получистового точения; обработка канавок и фасок.

В первую очередь, необходимо выполнить операционный эскиз по ГОСТ 3.1702 - 79 с указанием схемы базирования и закрепления заготовки по ГОСТ 3.1107 - 81. Обработываемую поверхность выделить и обозначить цифрами.

1. *Определение последовательности переходов*

Последовательность переходов устанавливается в соответствии с точностью, формой, размерами и шероховатостью обрабатываемой поверхности детали и видом заготовки.

Первый переход – вспомогательный: «Установить и зажать заготовку». Затем идут технологические переходы: сначала черновые, а затем чистовые, если поверхности точные и гладкие (шероховатость менее 10 мкм по Ra). Если заготовка не поджата задним центром и оставлен припуск по торцу, то сначала подрезают торец, а затем делают черновое наружное точение, затем предварительную (черновую) расточку при наличии центрального отверстия.

2. Выбор и расчет режимов резания

1. Устанавливаем глубину резания

$$t = \frac{D - d}{2},$$

где t – глубина резания, мм;

D – диаметр заготовки, мм;

d – диаметр при окончательной обработке, мм;

2. Назначаем подачу

3. Определяем скорость главного движения резания, допускаемую режущими свойствами резца, по формуле:

$$V_u = \frac{C_v}{T^m \times t^{x_v} \times S_o^{y_v}} \times K_v,$$

где V_u – скорость главного движения резания, м/мин;

C_v – коэффициент;

T – период стойкости, мин;

t – глубина резания, мм;

S_o – подача, мм/об;

K_v – коэффициент произведения коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки (K_{mv}), состояние поверхности (K_{nv}), материала инструмента (K_{nv}).

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{iv} K_{fv} K_{ov}.$$

4. Определяем частоту вращения шпинделя, соответствующую найденной скорости главного движения резания:

$$n = \frac{1000 V_u}{\pi D},$$

где n – частота вращения шпинделя, мин⁻¹;

1000 – переводной коэффициент в мм;

V_u – скорость главного движения резания, м/мин;

$\pi = 3,14$

D – диаметр заготовки, мм.

9. Определяем действительную скорость главного движения резания:

$$V_d = \frac{\pi D n_d}{1000},$$

где V_d – действительная скорость главного режима резания, м/мин;

D – диаметр заготовки, мм;

n_d – действительная частота вращения шпинделя, об/мин;

1002 – переводной коэффициент в мм.

10. Мощность, затрачиваемую на резание, определяем по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \times V_d}{60 \times 102},$$

где $N_{\text{рез}}$ – мощность, затрачиваемая на резание, кВт;

P_z – главная составляющая силы резания, кгс;

V_d – действительная скорость главного режима резания, м/мин.

$$P_z = 9,81 \times C_{pz} \times t^{x^{Pz}} \times S_0^{y^{Pz}} \times V^{n^{Pz}} \times K_{Pz},$$

где P_z – главная составляющая силы резания, Н;

C_p – коэффициент;

t – глубина резания, мм;

S_0 – подача, мм/об;

K_{pz} – поправочный коэффициент.

В единицах СИ (Вт):

$$N_{\text{рез}} = P_z \times V_d,$$

где P_z – в ньютонах (Н), а V_d – в метрах в секунду (м/с);

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка.

$$N_{\text{шп}} = N_d \times \eta,$$

где $N_{\text{шп}}$ – мощность на шпинделе станка, кВт;

N_d – мощность двигателя, кВт;

η – коэффициент полезного действия станка (КПД).

3. Расчет нормы времени

Для серийного производства норма времени на выполнение технологической операции определяется как штучно-калькуляционное время по формуле

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{ш}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n_{\text{п}}},$$

где $T_{\text{ш}}$ – штучное время на операцию, мин;

$T_{\text{пз}}$ – подготовительно-заключительное время;

$n_{\text{п}}$ – размер партии деталей.

Норма штучного времени на операцию в общем случае рассчитывается по формуле

$$T_{\text{ш}} = \frac{1}{q} \cdot T_{\text{оп}} \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{обс}} + a_{\text{отл}}}{100}\right),$$

где q – число одновременно обрабатываемых заготовок (в нашем случае $q = 1$);

$T_{\text{оп}}$ – оперативное время;

$a_{\text{обс}}$ – время на организационное и техническое обслуживание рабочего места в процентах;

$a_{\text{отл}}$ – время на отдых и личные надобности в процентах к оперативному времени.

Оперативное время вычисляется по формуле

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{в}} \times K_{\text{ТВ}},$$

где $T_{\text{о}}$ – основное (машинное) время;

$T_{\text{в}}$ – вспомогательное время на выполнение вспомогательных переходов;

$K_{ТВ}$ - коэффициент вспомогательного времени, учитывающий тип оборудования и серийность производства.

Основное время определяется по формуле

$$T_O = \sum_{j=1}^n t_{oj},$$

где t_{oj} – время выполнения отдельного технологического перехода.

$$t_{oj} = \frac{l + l_B + l_n}{S_o \cdot n} \cdot i,$$

где l – длина обрабатываемой поверхности;

l_B – длина врезания инструмента;

l_n – длина перебега инструмента;

S_o – оборотная подача;

n – частота вращения шпинделя;

i – число проходов, выполняемых на данном переходе.

Вспомогательное время на операцию определяем по формуле

$$T_B = T_{ВУ} + T_{ВСП} + T_{ВИ},$$

где $T_{ВУ}$ – время на установку и снятие заготовки;

$T_{ВСП}$ – вспомогательное время, связанное с выполнением перехода и операции;

$T_{ВИ}$ – время на контрольные измерения.

Для технологических операций, выполняемых на станках ЧПУ, штучное время определяется по формуле

$$T_{шт} = (T_a + T_B \cdot K_{ТВ}) \cdot \left(1 + \frac{T_{об}}{100}\right),$$

где T_a – время автоматической работы по программе;

$T_{об}$ – время на обслуживание рабочего места и личные надобности в процентах.

$$T_a = T_{oa} + T_{ва},$$

где T_{oa} – время основной работы по программе;

$T_{ва}$ – время вспомогательной работы по программе;

$$T_{oa} = \sum_{i=1}^m \frac{l_i}{S_{ii}},$$

где l_i – длина пути, проходимого инструментом на участке траектории движения;

S_{ii} – минутная подача.

$$T_{ва} = T_X + T_{ост},$$

где T_X – время автоматической вспомогательной работы на быстрые перемещения;

$T_{ост}$ – время технологических пауз при смене инструмента, проверке размеров и т.п.

Последовательность выполнения практической работы

1. Ознакомиться с целью работы и порядком её выполнения.
2. Обозначить на эскизе детали все поверхности, подлежащие данной обработке и составить план обработки.
3. Выбрать схему базирования.
4. Выбрать металлорежущее оборудование на данную операцию.
5. Изобразить операционный эскиз.
6. Описать содержание переходов.

7. Выбрать технологическую оснастку, режущий и мерительный инструмент.
8. Выбрать и рассчитать режимы резания.
9. Определить нормы времени.
10. Оформить отчет.
11. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Какие поверхности являются базами у вала на токарной операции?
2. Какие движения формообразования необходимы при точении?
3. Как выбирается тип станка при токарной обработке вала?
4. Какое приспособление применяют на токарной операции для реализации схемы базирования?
5. Какие типы токарных резцов применяются для обработки вала?
6. Как определяется основное время на токарной операции?
7. Из каких составляющих состоит вспомогательное время на токарной операции?

Практическое занятие №11
«Анализ технологичности конструкции изделия. Описание служебного назначения сборочной единицы»

Практическое занятие рассчитано на 4 часа и относится к теме 5.3 «Проектирование технологического процесса сборки»

Цель работы: Проанализировать сборочную единицу на технологичность, получить навыки описания служебного назначения сборочной единицы.

Реализуемые компетенции: ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9.

Реализуемые умения:

У1 – применять методику отработки деталей на технологичность.

У2 – применять методику проектирования операций.

Методическое обеспечение

1. Методические указания по проведению работы.

Методическая часть

Технологический процесс сборки несет на себе генетический отпечаток конструкции изделия, поскольку формируется и реализуется в соответствии с составом и структурой изделия, принятыми при его разработке.

Согласно ГОСТ 14.205-85, под *технологичностью конструкции изделия* понимается совокупность свойств конструкции изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат труда, средств, материалов и времени при технической подготовке производства изготовления, эксплуатации и ремонте; при обеспечении установленных показателей качества и принятых условиях выполнения работ.

В принципе, технологичность конструкции можно охарактеризовать понятием: удобно или неудобно данную конструкцию производить, эксплуатировать, ремонтировать.

Отработать конструкцию на технологичность означает придать изделию требуемый комплекс свойств эффективно влияющих на его изготовление и эксплуатацию.

Одним из основных принципов единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП) является то положение, что центр тяжести отработки конструкции на технологичность приходится на стадию разработки проектно-конструкторской документации, а также на первую стадию технологической подготовки производства. Это связано с тем, что именно в указанный период такие работы наиболее эффективны, так как выбор лучшего варианта на этих стадиях предупреждает излишние затраты времени и средства на изготовление и испытание менее эффективных вариантов. В соответствии с возможными областями тех или иных

свойств, составляющих технологичность конструкции изделия, следует различать два вида технологичности – производственную и эксплуатационную.

Производственная технологичность проявляется в сокращении затрат средств и времени на конструкторскую и технологическую подготовку производства, а также на изготовление изделия.

Эксплуатационная технологичность проявляется при техническом обслуживании и ремонте изделий в сфере эксплуатации.

При отработке конструкции на технологичность применяют два вида оценки: качественную и количественную.

Сущность *качественной оценки* технологичности конструкции состоит в выборе лучшего варианта без определения количественной степени превосходства. Качественная оценка вариантов конструкции допустима на всех стадиях создания изделий, когда осуществляется выбор лучшего конструктивного решения и не требуется определение степени различия технологичности сравниваемых вариантов.

Сущность *количественной оценки* технологичности конструкции состоит в выборе лучшего конструктивного варианта с помощью количественных показателей. Показатели могут быть относительные (безразмерные – в процентах) и абсолютные (размерные – в штуках, килограммах, часах). Количественная оценка технологичности конструкции выражается показателем, численное значение которого характеризует степень удовлетворения требованиям к технологичности конструкции.

Под *служебным назначением* изделия понимается максимально уточненная и четко сформулированная задача, для решения которой предназначается изделие. Формулировка служебного назначения изделия должна отражать не только общую задачу, для решения которой создается изделие, но и все дополнительные условия и требования, которые эту задачу количественно уточняют и конкретизируют. По содержанию формулировка служебного назначения должна состоять из четырех составных частей.

Первая часть – предусматривает краткое и емкое определение служебного назначения, рассматриваемого изделия и раскрывает назначение изделия и описание его работы.

Вторую часть формулировки служебного назначения изделия составляют технические характеристики, рассматриваемого изделия.

Третья часть служебного назначения изделия раскрывает перечень условий, в которых предстоит работать рассматриваемому изделию и производить продукцию требуемого качества в необходимых количествах.

Условия работы изделия включают комплекс показателей с допустимыми отклонениями, характеризующими качество исходного продукта, потребляемой энергии, режимы работы изделия и состояние окружающей среды.

Изделиям могут быть присущи следующие режимы работы:

- по частоте включения: непрерывный, периодически постоянный, периодический, случайный, регулировочное включение;
- реверсивный и нереверсивный;
- статический или динамический (статический – обеспечивает постоянное движение с небольшими колебаниями рабочей нагрузки; динамический – характеризуется резкими колебаниями величины и направления рабочих нагрузок).

Четвертая часть формулировки служебного назначения изделия предусматривает дополнительные сведения, которые необходимо учесть при проектировании и изготовлении изделия. В частности ими могут быть требования к внешнему виду, безопасности работы, удобству и простоте обслуживания и управления, уровню шума, коэффициенту полезного действия, степени механизации и автоматизации и другие.

Последовательность выполнения практической работы

1. Ознакомиться с целью работы и порядком её выполнения.
2. Ознакомить с чертежом сборочного узла и техническими требованиями к нему.
3. Изучить назначение, принцип действия узла.
4. Проанализировать сборочную единицу на технологичность.
5. Описать служебное назначение детали.
6. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

- 1 Что понимают под технологичностью конструкции изделия.
- 2 Какие виды технологичностью конструкции изделия вы знаете.
- 3 Какие виды оценки технологичности конструкции изделия вы знаете.
- 4 Сущность качественной оценки.
- 5 Сущность количественной оценки.
- 6 Что понимают под служебным назначением изделия.
- 7 Из каких частей состоит формулировка служебного назначения.

Практическое занятие №12

«Разработка технологической схемы сборки СЕ »

Практическое занятие рассчитано на 4 часа и относится к теме 5.3 «Проектирование технологического процесса сборки»

Цель работы: Приобретения навыков в составление технологической схемы сборки (ТСС) для собираемой единицы. Закрепление знаний разработанных ТСС для проектирования технологических процессов.

Реализуемые компетенции: ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9.

Реализуемые умения:
У2 – применять методику проектирования операций.

Методическое обеспечение

1. Методические указания по проведению работы.
2. Чертежи сборочных узлов.
3. Спецификация объекта сборки.

Методическая часть

Последовательность сборки зависит в основном от конструкции собираемого изделия и степени дифференциации сборочных работ. Наиболее полное и наглядное представление о сборочных свойствах изделия, о его технологичности и возможностях организации процесса сборки дают технологические схемы сборки, которые используются для наглядности процесса сборки узла при разработке технологического процесса сборки.

Технологическая схема сборки представляет собой вспомогательный технологический документ (не входящий в число документов обязательной технической документации), который в графическом виде показывает:

- последовательность соединения деталей и сборочных единиц, входящих в изделие;
- состав сборочных единиц, входящих в изделие;
- выполнение операций не связанных с присоединением деталей и сборочных единиц (контроль, регулировка, заливка масла или рабочих сред, окраска, упаковка и др.).

Технологическая схема сборки предназначена для:

- раскрытия структуры изделия и возможности применения узловой сборки;
- формализации и алгоритмизации разработки технологического процесса сборки;
- оценки конструкции изделия с технологической точки зрения.

Для иллюстрации последовательности сборки изделия наиболее часто используют древовидную или дендритную форму технологической схемы сборки.

Дендритная форма раскрывает структуру изделия, служит хорошим пособием для конструктора. Однако для проектирования технологического процесса сборки гораздо удобнее форма технологической схемы сборки ранжированная по уровням или порядкам сборочных единиц. При составлении такой технологической схемы сборки используют ряд следующих формализационных описаний и обозначений:

1. Сборочные единицы (СЕ), входящие в изделие могут иметь разные порядки, начиная от 0 до N. СЕ 0 – сборочная единица нулевого порядка представляет собой предметы, не требующие сборки. К ним относятся детали, подшипники, изделия, поступающие на сборку со стороны (покупные или собранные в других подразделениях).

2. Порядок сборочной единицы всегда на единицу больше максимального порядка, входящих в нее элементов.

При определении порядка сборочной единицы следует учитывать следующее:

- присоединение любой очередной детали порядок сборочной единицы не повышает;
- сборочная единица переходит в следующий уровень только после соединения сборочных единиц аналогичного порядка.

Правила определения порядка сборочных единиц в общем виде можно записать в виде

$$CE1 = \sum_{i=1}^n CE0_i ,$$

$$CE2 = \sum_{i=1}^n CE0_i + \sum_{i=1}^m CE1_i ,$$

$$CEN = \sum_{i=1}^n CE0_i + \sum_{i=1}^m CE1_i + \dots + \sum_{i=1}^k CE(N-1)_i .$$

Таким образом, сборочная единица N^{го} порядка (CEN) состоит из любого количества СЕ от 0 до (N-1) порядка и хотя бы одной СЕ(N-1) порядка.

1. Для описания сборочной единицы в ранжированной технологической схеме сборки используется прямоугольник произвольной формы и размера, в котором указывается: наименование сборочной единицы; позиция на сборочном чертеже; количество сборочных единиц одного наименования и порядка, входящих в изделие.

Наименование СЕ	
Пози- ция №	Кол.

4. В технологической схеме сборки используются следующие формализационные обозначения действий, связанных со сборкой элементов изделия:

- присоединение сборочной единицы (рис. 1 а) – обозначаются стрелкой на данном уровне сборки с нумерацией перехода;
- присоединение сборочной единицы с дополнительными действиями (рис. 1 б);
- действия не связанные с присоединением сборочной единицы и предусматривающие регулировку, измерение, испытание, заполнение рабочими средами, балансировку, окраску, упаковку и другие (рис. 1 в);

- разборка – предусматривается, как правило, при использовании метода регулирования с неподвижным компенсатором или метода пригонки (рис. 1 г).

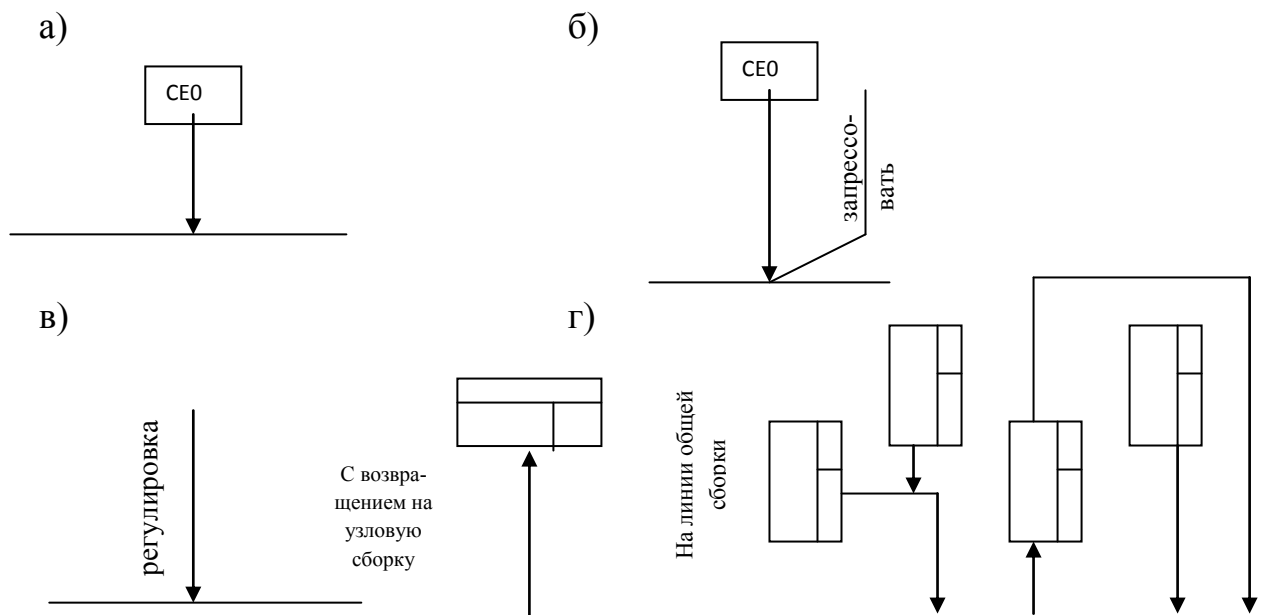


Рисунок 1 – Формализационные обозначения сборочных действий в технологической схеме сборки

Разработка технологической схемы сборки начинается с подготовки поля технологической схемы сборки, для чего на листе произвольной длины проводят горизонтальные линии, обозначающие уровни сборочных единиц. Если неизвестны сборочные единицы каждого уровня, которые могут встретиться при проектировании следует взять их с запасом. При построении технологической схемы сборки вполне допускается незаполненные уровни высших порядков.

Проектирование технологической схемы сборки начинается с того что, изображается базовая деталь всего изделия, выявленная в ходе анализа собираемого изделия, которое отправляется на общую сборку.

Затем к базовой детали на уровне общей сборки присоединяются прочие элементы, в очередности исходящей из простоты соединения, при этом желательно присоединять любую деталь, пока собираемая сборочная единица не обросла прочими элементами. Остальные элементы, возможно, присоединять, только после предварительной узловой сборки.

Последовательность выполнения практической работы

1. Ознакомиться с целью работы и порядком её выполнения.
2. Ознакомиться с чертежом сборочного узла и техническими требованиями к нему.
3. Изучить назначение, принцип действия узла.
4. Составить ТСС узла.
5. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что называется технологической схемой сборки?
2. Какие виды ТСС бывают?
3. Что называется базовой деталью?
4. Назначение технологической схемы сборки?
5. Порядок построения технологической схемой сборки?

Практическое занятие №13

«Нормирование технологического процесса сборки»

Практическое занятие рассчитано на 4 часа и относится к теме 5.3 «Проектирование технологического процесса сборки»

Цель работы: Приобретение навыков в нормировании слесарных и слесарно-сборочных работ. Приобретение и закрепление навыков в использовании справочной литературы.

Реализуемые компетенции: ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9.

Реализуемые умения:

У2 – применять методику проектирования операций.

У4 – использовать методику нормирования трудовых процессов.

Методическое обеспечение

1. Методические указания по проведению работы.
2. Чертеж СЕ.
3. Спецификация объекта сборки.
4. Тех. процесс сборки.

Методическая часть

Одновременно с разработкой технологических схем сборки или с небольшим сдвигом во времени производят нормирование всех сборочных переходов для определения трудоемкости сборочных работ.

Нормированием называется установление норм времени на выполнение как технологического процесса сборки в целом, так и отдельных операций, переходов и приемов.

Нормой времени называется отрезок времени отводимый на выполнение операции. В качестве нормы времени на операцию в условиях массового производства принимается штучное время $t_{шт}$, в условиях серийного производства штучно-калькуляционное время $t_{шт.к}$. Основными структурными составляющими нормы времени на операцию являются

$$t_{шт} = t_0 + t_в + t_{обс} + t_{омд},$$
$$t_{шт.к} = t_0 + t_в + t_{обс} + t_{омд} + \frac{t_{н.з}}{n},$$

где t_0 – основное время – время на выполнение основного содержания операций;

$t_в$ – вспомогательное время – время на выполнение дополнительных приемов (подвести, отвести, установить, снять и т.д.);

$t_{обс}$ – время на техническое и организационное обслуживание рабочего места, уход за рабочим местом;

$t_{омд}$ – время на отдых и естественные надобности рабочего;

$t_{н.з}$ – подготовительно-заключительное время, затрачиваемое на переход к выполнению другой операции над другим изделием;

n – партия изделий, собираемых по неизменным чертежам.

При выполнении сборочных работ практически невозможно отделить t_o от t_e . Поэтому, как правило, основным нормируемым элементом при сборке является оперативное время $t_{он}$, представляющее собой реальное технологическое время на выполнение данной операции и определяемое как сумма t_o и t_e ; $t_{он} = t_o + t_e$ (мин). Выражая время на обслуживание рабочего места, естественные надобности и отдых в зависимости от оперативного времени, формулы штучного времени можно представить в следующем виде

$$t_{шт} = (t_o + t_e) \cdot \left(1 + \frac{\beta + \gamma}{100}\right),$$

или

$$t_{шт} = t_{он} \cdot \left(1 + \frac{\beta + \gamma}{100}\right) \text{ (мин)},$$

где β – процент от оперативного времени, соответствующий времени на обслуживание рабочего места;

γ – процент от оперативного времени, соответствующий времени на отдых и естественные надобности.

Общее время на сборку всего изделия, $T_{шт}$, определяется по формуле:

$$T_{шт} = \sum_1^m t_{шт}, \text{ мин}$$

где m – число сборочных операций.

Время на сборку серии (партии) изделий, T_n , определяется по формуле:

$$T_n = T_{шт} \cdot n + T_{н.з}.$$

Штучно-калькуляционное время на одно изделие, $T_{шк}$, определяется по формуле:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{н.з.}}{n}.$$

При поточной сборке в состав штучного времени время $T_{ш}$ входит время на перемещение собираемого изделия (при периодически движущемся конвейере) и на возвращение рабочего в исходную позицию (при непрерывно движущемся конвейере). Если $T_{ш}$ перекрывается другими элементами штучного времени, то оно не учитывается.

Учитывая, что в большинстве случаев сборка это практически 100% ручной процесс, время выполнения одних и тех же действий может очень сильно различаться в зависимости от удобства выполнения, квалификации рабочих, от освещенности рабочего места, от температуры, от настроения рабочего и других причин. Поэтому не существует единого надежного способа нормирования.

В настоящее время в практике машиностроения принято использовать три способа нормирования: опытный (или опытно-статистический), нормативный, метод наблюдений. Сущность этих способов нормирования заключается в следующем.

Опытный – предусматривает использование установившихся норм времени на сборку изделий аналогов на родственных подразделениях. На период освоения изделия опытно-статистические нормы могут быть увеличены в $1,5 \div 1,7$ раза.

Нормативный – предусматривает использование справочных нормативов приводимых в специальных сборниках, нормативных справочниках времен на слесарно-сборочные работы и других.

Нормативы времени на слесарно-сборочные работы содержат нормы основных технологических и вспомогательных времен выполнения наиболее распространенных сборочных переходов. Время обслуживания рабочего места, выделяемое рабочему для раскладки инструмента перед началом работы, очистки рабочего места, замены инструмента в процессе работы, передачи рабочего места сменщику, устанавливаются в зависимости от вида сборочных работ в размере 2 – 6% от оперативного времени операции.

Перерывы для отдыха и удовлетворения естественных надобностей устанавливаются в размере 4 – 6% оперативного времени. При конвейерной сборке рекомендуется устанавливать перерыв на 10 мин через каждые 1ч40мин работы.

Этот способ дает крайне неточные и очень жесткие нормы времени, кроме того, при этом способе очень трудно учесть все приемы при выполнении переходов.

Метод наблюдений – один из самых объективных и распространенных способов нормирования для сборки. Существуют два вида наблюдений:

- фотография рабочего времени;
- хронометраж.

В свою очередь хронометраж может проводиться путем наблюдения по текущему времени и путем отдельных наблюдений.

Перед организацией хронометража необходимо подробно расписать исследуемый переход по приемам и наметить фиксажные точки. Фиксажной точкой называется такое действие, которое условно принято за начало или конец выполнения приема. При наблюдении по текущему времени достаточно наметить только начальные фиксажные точки, а при отдельных наблюдениях начальные и конечные. Для проведения наблюдений составляется карта наблюдений (рис. 1.21), в которую заносится содержание приемов наблюдаемого перехода, фиксажные точки, время затрачиваемое на выполнение приемов.

При наблюдении по текущему времени секундомер не выключается в течение всего периода наблюдения.

Последовательность выполнения практической работы

1. Ознакомиться с целью работы и порядком её выполнения.
2. Определить выполняемые в операции переходы и приемы.
3. На каждый переход выбрать нормативное значение оперативного времени ($t_{оп}$), откорректировать при необходимости по нормативам.
4. Рассчитать суммарное значение оперативного времени ($\sum t_{оп}$).
5. Рассчитать время на обслуживание ($t_{обс}$).
6. Рассчитать время на отдых ($t_{отл}$).
7. Рассчитать время подготовительно-заключительное ($t_{пз}$).
8. Рассчитать время штучное ($t_{шт}$).
9. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под нормированием?
2. Что понимают под нормой времени?
3. Способы нормирования и их сущность.
4. Особенности нормирования слесарных работ.

Практическое занятие №14

«Построение циклограммы сборки. Формирование операций сборки»

Практическое занятие рассчитано на 4 часа и относится к теме 5.3 «Проектирование технологического процесса сборки»

Цель работы: Приобретение навыков в построение циклограммы сборки, формировании операций сборки.

Реализуемые компетенции: ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9.

Реализуемые умения:

У2 – применять методику проектирования операций.

У4 – использовать методику нормирования трудовых процессов.

Методическое обеспечение

1. Методические указания по проведению работы.
2. Чертеж СЕ.
3. Спецификация объекта сборки.
4. Тех. процесс сборки.

Методическая часть

Циклограмма – это вспомогательный технологический документ, изображающий протекание процесса сборки во времени.

На основе циклограммы технолог может:

- визуально представить затраты времени на технологический процесс сборки изделия в целом;
- провести анализ технологического процесса сборки и корректировку технологической схемы сборки;
- синхронизировать технологический процесс сборки и организовать сборочный процесс во времени.

Построение циклограммы сборки проводится непосредственно в карте, в которой предварительно на основе разработанного технологического процесса сборки заполняются графы: № переходов, содержание переходов, а на основе нормирования в графу $T_{\text{ПЕР}}$ заносится время, установленное на выполнение переходов.

После заполнения вышеуказанных граф карты циклограммы технологом проводится первичный анализ разрабатываемого технологического процесса сборки. При первичном анализе в первую очередь необходимо обращать внимание на переходы, связанные с применением специального оборудования.

Последующие действия технолога предусматривают анализ нормированных переходов ($T_{\text{ПЕР}}$) исходя из программы выпуска собираемого изделия и построение циклограммы сборки.

По итогам анализа и в соответствии с принятыми решениями технологом должна быть произведена корректировка норм времени переходов, результаты которой заносятся в графу «Уточненное $T_{\text{ПЕР}}$ ».

При корректировке необходимо обращать внимание на то, что время переходов, в которое входит сборка сборочных единиц, если они не выделены при этом в отдельную операцию, увеличивается на трудоемкость аннулированной узловой сборки сборочной единицы

Построение циклограммы проводится в поле карты «Текущее время», разделенной в выбранном масштабе на равномерные временные интервалы. Построение начинается с последовательной иллюстрации времени выполнения переходов $T_{\text{ПЕР}}$ сборочных единиц первого порядка до сборочных единиц высшего порядка и завершается иллюстрацией переходов общей сборки. Вертикальными линиями показываются место и время присоединения СЕ 1 при сборке СЕ 2, СЕ 2 при сборке СЕ 3, СЕ (N-1) при сборке СЕ N и СЕ(1÷N) при проведении общей сборке изделия.

Следующим важным этапом работы технолога является формирование операций сборки, которые очень удобно проводить на базе построенной циклограммы.

Используя технологическую схему и циклограмму сборки, технологу следует принять окончательное решение о виде сборки (поточное или непоточное) и организационной форме (подвижная или неподвижная). В случае подвижной сборки также надо решить будет ли перемещение объекта непрерывным или прерывистым и как технически оно будет осуществляться.

Для решения этих вопросов необходимо объединить переходы в операции, т.е. надо сформировать сборочные операции в увязки с видом сборки.

Формирование операций сборки производится по двум принципам:

1. По такту выпуска (для поточного производства);
2. По специализации рабочих мест и по входящим сборочным единицам (для непоточного производства).

Особенности формирования операций по такту выпуска зависит от соотношения трудоемкости сборки и величины такта выпуска.

Последовательность выполнения практической работы

1. Ознакомиться с целью работы и порядком её выполнения.
2. Заполнить графы: № переходов.
3. Заполнить графы: содержание переходов.
4. На основе нормирования в графу $T_{\text{ПЕР}}$ занести время, установленное на выполнение переходов.
5. Построить циклограмму сборки.
6. Сформировать операции сборки.
7. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под циклограммой сборки?
2. По каким принципам производят формирование операций сборки?

Практическое занятие №15

«Проектирование участка механической обработки»

Практическое занятие рассчитано на 6 часов и относится к теме 6.1 «Сущность и особенности методики проектирования участков механической обработки»

Цель работы: Привить практические навыки по планировке участка механического цеха.

Реализуемые компетенции: ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9.

Реализуемые умения:
УЗ – проектировать участки механических цехов.

Методическое обеспечение

1. Методические указания по проведению работы.
2. Калькулятор.

Методическая часть

Планировка участка механического цеха зависит от характера производства, объема производственного задания, габаритных размеров и массы обрабатываемых заготовок. В состав механических цехов входят производственные отделения или участки, вспомогательные отделения, служебные помещения, бытовые помещения и т.п. Производственный участок служит для размещения на нем оборудования, служащего для выполнения технологических процессов обработки и сборки изделий. К вспомогательным относятся заготовительные, ремонтные, заточные, контрольные отделения, а также складские помещения для материалов, заготовок, деталей. В служебных и бытовых помещениях располагаются кабинеты административно-технического персонала, гардеробные, уборные, душевые, буфеты, медпункты.

При планировке механического цеха все его отделения, участки и вспомогательные отделения располагают так, чтобы обеспечить прямолинейность и последовательность прохождения материалов, заготовок и изделий по стадиям обработки, максимальное использование производственной площади, удовлетворить требования охраны труда и техники безопасности, противопожарной безопасности. При планировании оборудования на участке следует соблюдать нормы расстояний между оборудованием и элементами зданий, ширину проходов и проездов.

Темплет - схематическое изображение технологического оборудования в плане с учетом выступающих частей данного оборудования находящихся в крайнем положении, включая раздвижные его части, дверцы и кожухи.

Организация рабочего места должна обеспечить непрерывность работы при соблюдении максимально возможной производительности, минимальной себестоимости выпускаемой продукции при обеспечении заданного качества.

Расположение оборудования и рабочих мест координируется относительно колонн. При расстановке станков руководствуются нормальными размерами про-

межутков между станками в продольном и поперечном направлениях, расстояниями от стен и колонн, которые устанавливают по нормам технологического проектирования. При этом все расстояния указывают от крайних положений движущихся частей станка и от постоянных ограждений (приспособления включают в габарит станка). При обслуживании технологического оборудования мостовым краном расстояние станков от стен и колонн устанавливают с учетом нормального положения крюка крана над станком. Нормы расстояний между станками не учитывают площадок для хранения заготовок (деталей), а также устройств для транспортирования заготовок между станками.

Размер рабочей зоны по нормам технологического проектирования составляет не менее 800 мм. Транспортируемые изделия не должны выходить за пределы транспортных средств (на площадь прохода). Место расположения рабочего, обслуживающего оборудование обозначается кружком диаметром 5 мм с заштрихованной тыльной половиной.

Нормы расстояний универсальных станков от проезда, относительно друг друга от стен и колонн здания приведены на рисунке 1 и в таблице 2.

Расстояния от фронта станка до проезда, равное 2000 мм, принимают только для продольно-фрезерных, продольно-строгальных и продольно-шлифовальных станков.

Последовательность выполнения практической работы

1. Ознакомиться с целью работы и порядком её выполнения.

2. По исходным данным рассчитать потребное количество станков на участке.

В серийном производстве количество станков определить по каждому типоразмеру оборудования из следующего соотношения:

$$C_p' = \frac{\sum(t_{um-ki} \cdot N_i)}{\Phi_o \cdot m},$$

где C_p' – расчетное количество станков;

n – число разных деталей, обрабатываемых на станках данного типоразмера;

t_{um-ki} – штучно-калькуляционное время выполнения операций на данном оборудовании i -той детали, мин;

N_i – годовая программа выпуска i -тых деталей, шт;

Φ_o – действительный годовой фонд времени работы станка при работе в одну смену, мин;

m – число смен.

Полученное расчетное значение станков (C_p') округлить до ближайшего большего целого числа станков (C_p).

3. Определить коэффициент загрузки оборудования, K_z , по формуле:

$$K_z = \frac{C_p'}{C_p},$$

где C_p' – расчетное количество станков;

C_p – округленное значение расчетного числа станков.

Полученный коэффициент загрузки станков данного типоразмера не должен превышать допустимых значений. В тех случаях, когда полученный коэффициент загрузки превышает допустимые значения, необходимо ввести в расчет коэффициент использования оборудования K_u , учитывающий возможные наложенные потери

времени. В этом случае принятое число станков, C_n , определить следующим образом:

$$C_n = \frac{C_p}{K_{з.ср}}$$

4. Заполнить таблицу 1 расчета потребного количества станков:

Таблица 1 – Расчет потребного количества станков

Исходные данные и расчетные величины	Трудоемкость обработки на станках, мин									
	фрезерных		токарных		расточных		сверлильных		шлифовальных	
	$t_{шт-к}$	$t_{шт-к} \cdot N_i$	$t_{шт-к}$	$t_{шт-к} \cdot N_i$	$t_{шт-к}$	$t_{шт-к} \cdot N_i$	$t_{шт-к}$	$t_{шт-к} \cdot N_i$	$t_{шт-к}$	$t_{шт-к} \cdot N_i$
Программы по изделиям:										
1										
2										
3										
.....										
Всего										
Фонд работы оборудования $\Phi_o, т$										
Количество станков:										
Расчетное										
Округленное										
Принятое C_n										
Коэффициент загрузки $K_з$										

5. На листе миллиметровой бумаги формата А3 в масштабе 1:200, 1:400 изобразить ряд колонн.

6. По отношению к ряду колонн расположить оборудование (в виде темплетов), соблюдая нормативные расстояния между станками и колоннами, в ряду и между рядами.

7. Вырезать и приклеить темплеты, создав изображение (при рациональном использовании площади).

8. Выполнить планировку каждого рабочего места (шкафчик для инструмента, деталей, заготовок, емкость для стружки).

9. Расположить на участке место для заготовок, готовых деталей, место мастера, место контролера.

10. Выбрать и изобразить средства для транспортировки деталей, стружки.

11. Проставить нормативные размеры расстояний, размеры длины и ширины участка.

12. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение участка?
2. Что понимают под пролетом, шириной цеха?
3. Какими правилами следует руководствоваться при планировке участка цеха?
4. Как правильно расположить станки в цехе?

Задание: По заданным программе и трудоемкости механической обработки рассчитать и выбрать оптимальный вариант планировки оборудования (см. табл. 2 – 3) для серийного производства.

Таблица 2 – Комплекты деталей, обрабатываемых на участке

Номер варианта	Номера деталей, закрепленных за участком	Номер варианта	Номера деталей, закрепленных за участком
1	1, 3, 5, 7	14	9, 12, 1, 6, 7
2	2, 4, 6, 8	15	1, 5, 7, 8, 10
3	7, 9, 11, 12	16	3, 5, 8, 9
4	8, 9, 10, 11, 12	17	6, 8, 11, 12
5	1, 2, 5, 4, 6	18	1, 5, 6, 8, 10
6	2, 3, 7, 8	19	1, 2, 3, 4, 5
7	3, 4, 10, 11, 12	20	6, 7, 8, 9, 10
8	6, 7, 8, 12	21	3, 4, 5, 6
9	5, 9, 10, 11	22	5, 8, 9, 12
10	1, 2, 6, 12	23	4, 5, 6, 7, 9
11	2, 8, 9, 11	24	2, 5, 7, 8, 10
12	1, 2, 4, 5, 6	25	4, 5, 8, 9
13	2, 3, 5, 6, 7	26	6, 8, 10, 12

Таблица 3 – Программа, масса и маршрут обработки деталей

Номер детали	Программа N_i шт.	Масса, кг		Маршрут обработки деталей по операциям (шифры станков)
		одной детали, q_i	Программного задания $N_i q_i$	
1	2	3	4	5
1	6500	0,4	2600	1-2-5
2	10000	0,6	6000	4-3-1-2
3	8000	0,2	1600	1-2-3-4-5
4	2000	1,1	2300	2-3-5
5	1000	0,8	800	4-1-2-3
6	5000	0,3	1500	1-4-3-5
7	2500	0,4	1000	2-3-1-4-5
8	2000	0,5	1000	2-4-3-1
9	1000	1,4	1400	4-3-2-5-
10	1000	2,0	2000	1-2-3-4
11	2000	1,5	3000	3-4-1-5
12	5000	1,0	5000	3-1-4-5

Примечание: 1 – фрезерный станок; 2 – токарный станок; 3 – расточной станок; 4 – сверлильный станок; 5 –шлифовальный станок.

Таблица 4– Норма штучно-калькуляционного времени, мин (трудоемкость обработки деталей по операциям технологического процесса)

Номер детали	Станок				
	Фрезерный	Токарный	Расточной	Сверлильный	Шлифовальный
1	10	12	-	-	15
2	12	14	11	10	-
3	11	8	14	12	7
4	-	14	11	-	17
5	10	12	11	6	-
6	12	-	14	8	12
7	10	11	14	6	11
8	22	10	12	9	-
9	-	17	10	5	14
10	16	14	12	8	-
11	22	-	16	9	20
12	18	-	13	5	11

Таблица 5 – Габаритные размеры станков

Наименование	Модель	Габаритные размеры длина×ширина×высота, мм
Токарно-винторезный	16K20	3212 × 1181 × 1324
Токарно-револьверный	1365	5746 × 1530 × 1600
Горизонтально-расточной	2620	5470 × 2985 × 3010
Горизонтально-расточной	2784	1200 × 1170 × 2000
Радиально-сверлильный	2A55	2605 × 1000 × 3315
Вертикально-сверлильный	2H135	810 × 1240 × 2500
Вертикально-фрезерный	6H13П	2565 × 2135 × 2235
Плоскошлифовальный	3722	3410 × 2020 × 2290
Бесцентрово-шлифовальный	3134	2030 × 1900 × 1600

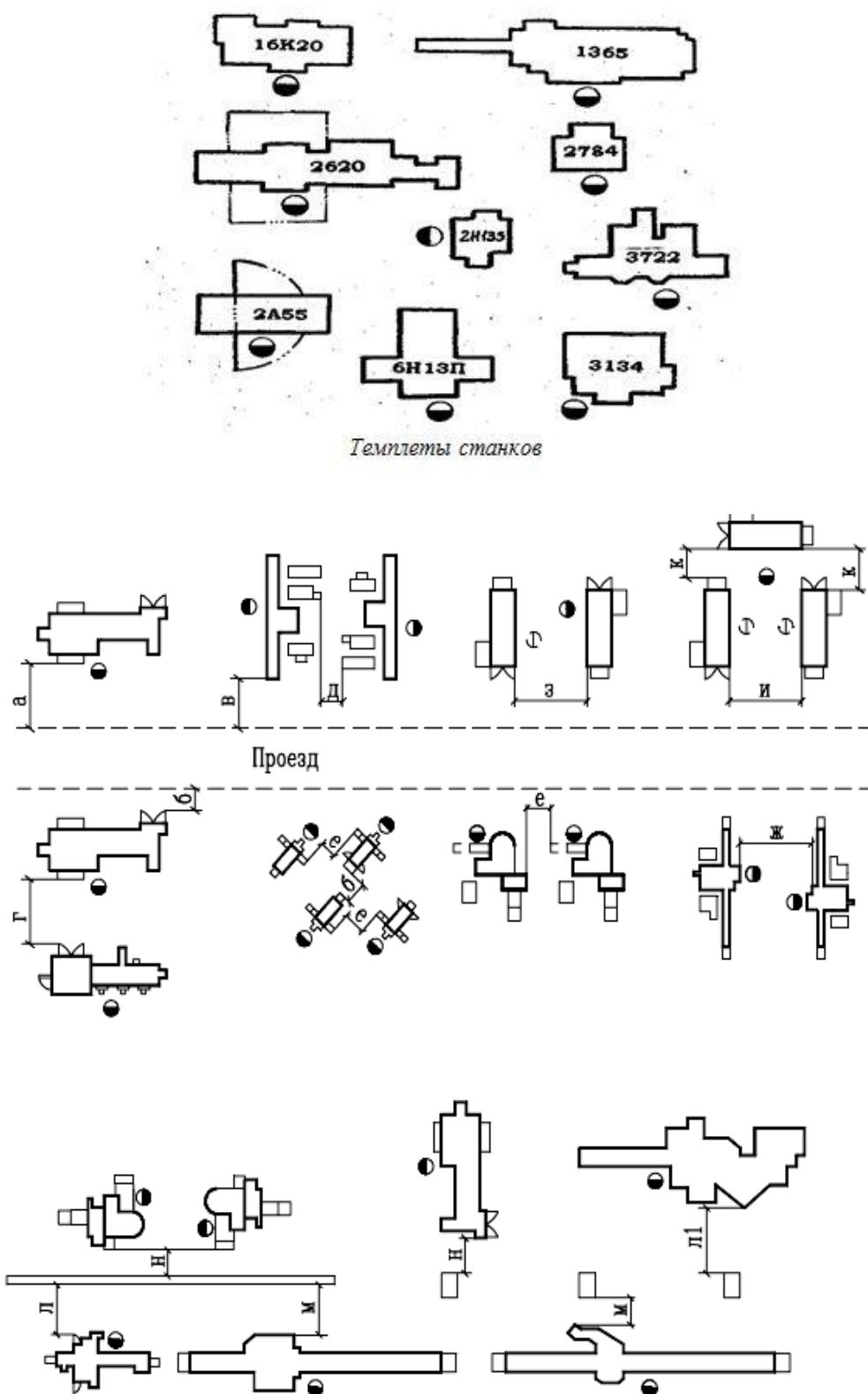


Рисунок 1 – Расположение универсальных станков от проезда, относительно друг друга от стен и колонн здания

Таблица 6 – Нормы расстояний универсальных станков от проезда, относительно

друг друга от стен и колонн здания

Расположение станков			Обозначение на рис. 1.	Расстояние, мм						
				Единичное, мелко- рийное и среднесе- рийное производство				Крупносерийное и массовое про- изводство		
				Наибольший из габаритных размеров станка в плане, мм						
				До 1800	От 1800 до 4000	От 4000 до 8000	Св. 8000	До 1800	От 1800 до 4000	Св. 4000
От проезда до	фронта		а	1600		2000 2400		1000 1200		
	тыльной стороны		б	500		500		500		
	боковых сторон		в	500		700	1000	500		
	в "затылок"		г	1700		2600		1400	1600	1800
Относительно друг друга	тыльными сторонами		д	700	800	1000	1300	700	800	1000
	боковыми сторонами		е	900		1300	1800	900		1200
	фронтом и при обслужи- вании одним рабочим	одного станка	ж	2100	2500	2600		1900	2300	2600
		двух станков	з	1700		-		1400	1600	-
	при П-образном распо- ложении трех станков обслуживаемых одним рабочим		и	2500		-		1400	1600	-
			к	700		-		700		-
От стен и ко- лонн	фронта		л	1600		1600 2000		1300	1500	
			л1	1300		1500		1300	1500	
	тыльной стороны		м	700	800	900	1000	700	800	900
	боковых сторон		н	1200				900		

Таблица 7 – Нормы ширины проездов между участками и цехами.

Вид проезда	Транспортные средства	Ширина проезда, мм	
		при одностороннем движении	при двустороннем движении
Магистральный	Напольные: электротележки. электротягачи. электропогрузчики		4500
	автопогрузчики, автомашины,		5500
Цеховой	Все виды напольного электро-транспорта. кроме робокаров	$A^* + 1400$	$2A^* + 1600$
	робокары	$A^* + 400$	-
Пешеходный проезд		-	1400

*А — ширина груза (транспорта) мм.

Примечания:.

1 Количество и расположение магистральных проездов определяется компоновкой корпуса и схемой грузопотоков.

2. Ширина проезда вдоль наружных стен для протирки окон определяется шириной механизма для указанных работ — 400 мм.

3. Ширина канала стружкоуборки размещенного вдоль проезда, не входит в ширину проезда.

4. При развороте транспорта в проезде на 90^0 ширина проезда определяется характеристикой транспорта.

5. Следует выбирать ширину цехового проезда (мм) из ряда чисел: 1400, 2000, 2200. 2600, 2800. 3000. 3200. 4000

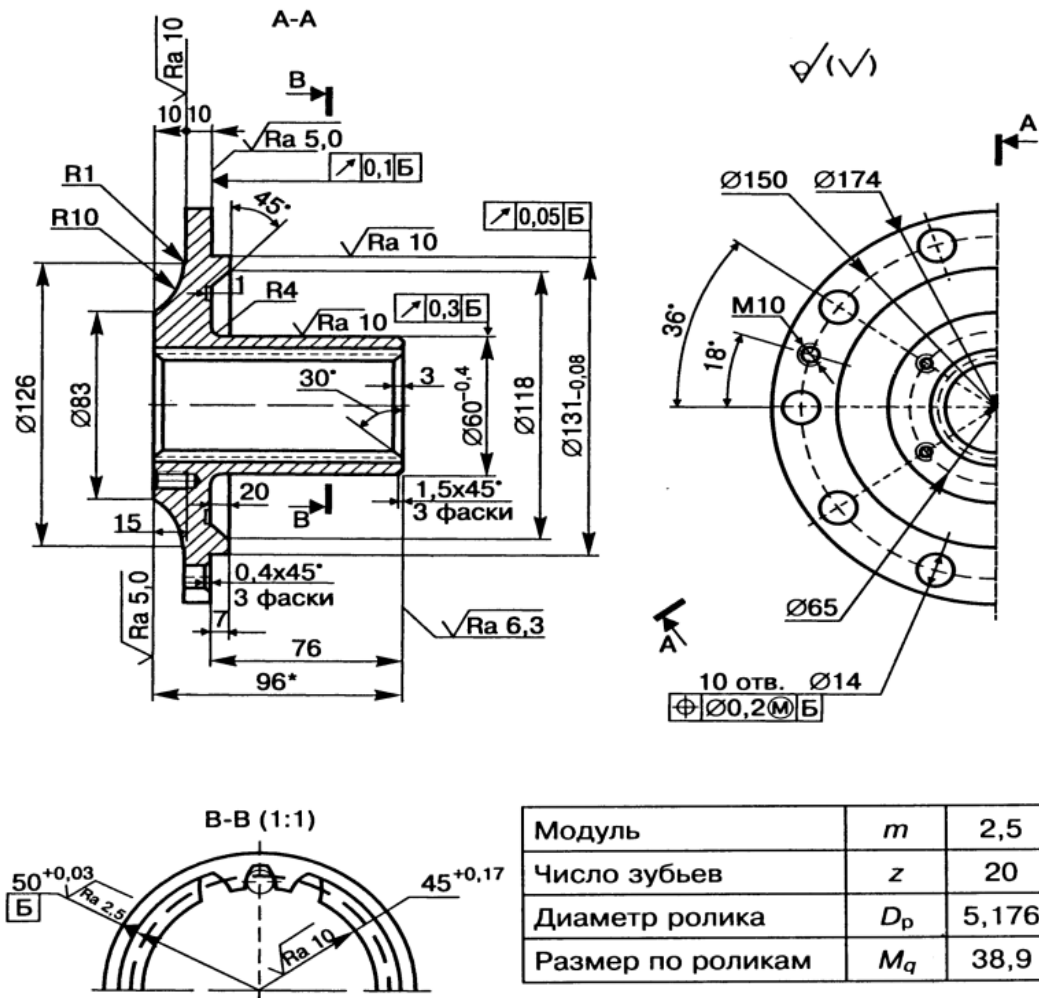


Рисунок 2 – Фланец кулака

Сталь 45. Масса 4,2 кг

1. НВ 241...269
2. *Размер для справок
3. Неуказанные предельные отклонения размеров $h14$, $H14$, $\pm IT14/2$

Вариант № 3

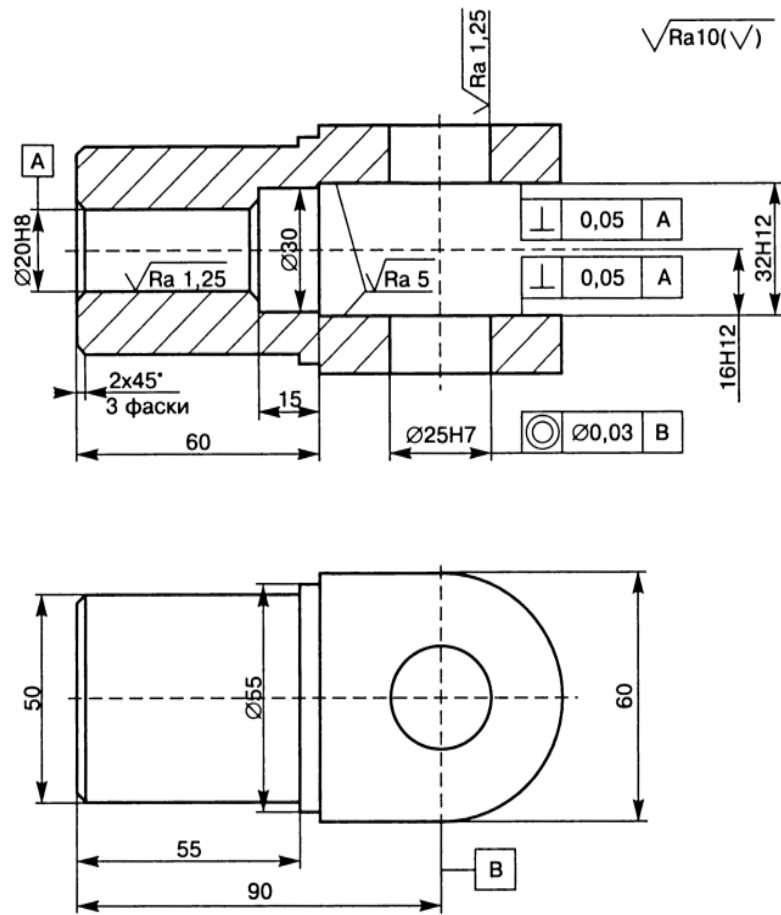


Рисунок 3- Серьга

Сталь 45. Масса 1,6 кг

1. HRC 37...42
2. Неуказанные предельные отклонения размеров h14, H14, $\pm IT14/2$

Вариант № 4

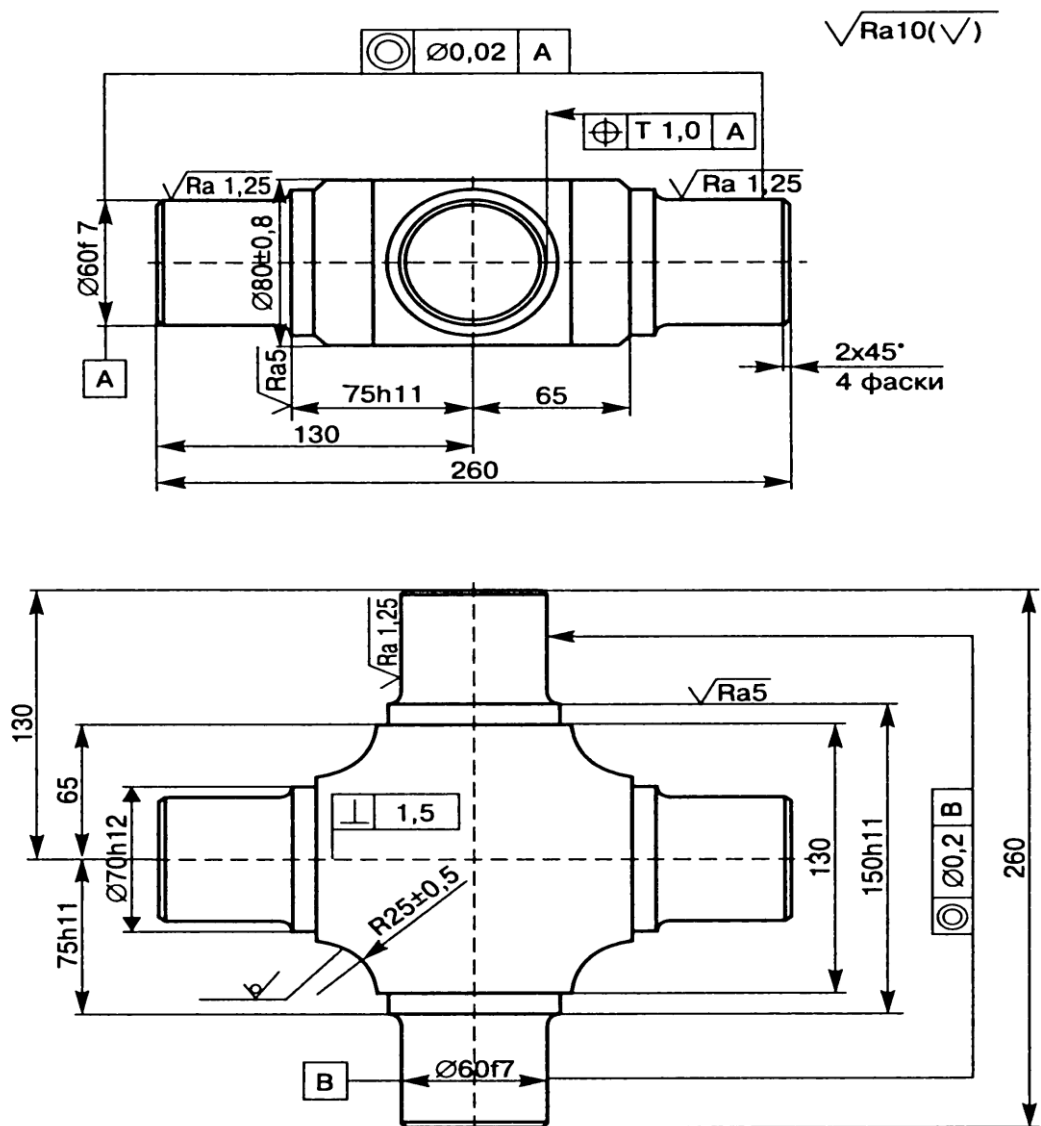


Рисунок 4 - Крестовина

Сталь 20. Масса 7,1 кг

1. Цементировать $h 0,7 \dots 0,9$ мм; HRC58...62
2. Неуказанные предельные отклонения размеров $h14$, H14, $\pm IT14/2$

Вариант № 5

Модуль	<i>m</i>	2,5
Число зубьев	<i>z</i>	45
Высота зуба	<i>h</i>	2,428
Размер по роликам	—	8—9

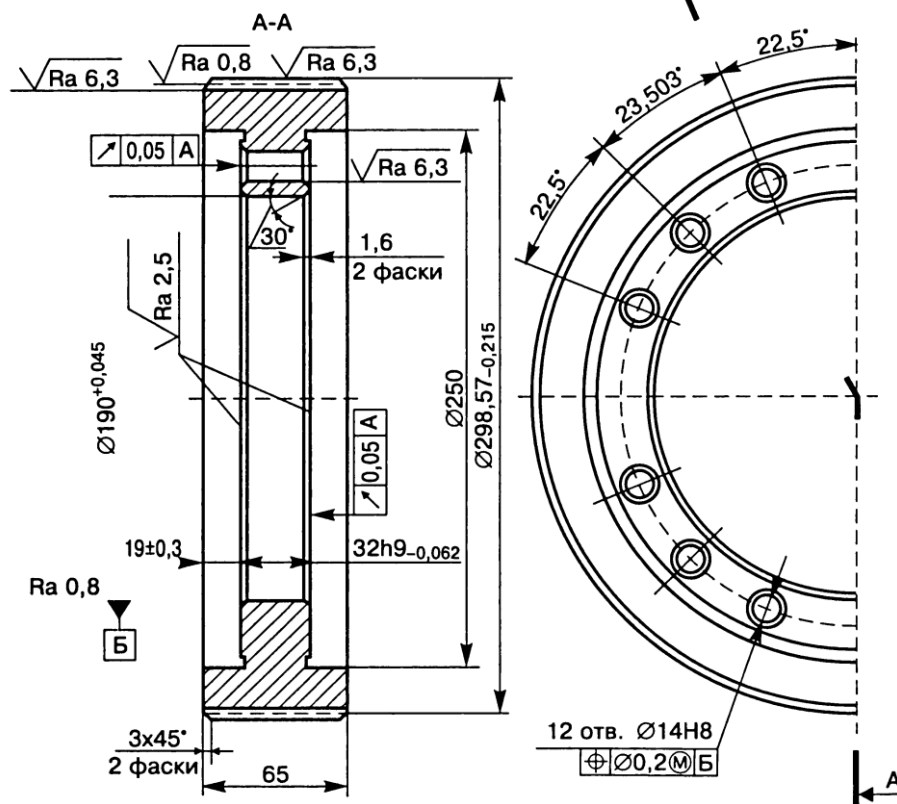


Рисунок 5 – Шестерня

Сталь 30ХГТ. Масса 6,5 кг

1. Цементировать h 1,0...1,4 мм, сердцевина – HRC 35...45
2. Острые кромки зубьев притупить фасками $1 \times 45^\circ$ с обоих торцов
3. Неуказанные предельные отклонения размеров h14, H14, $\pm IT14/2$

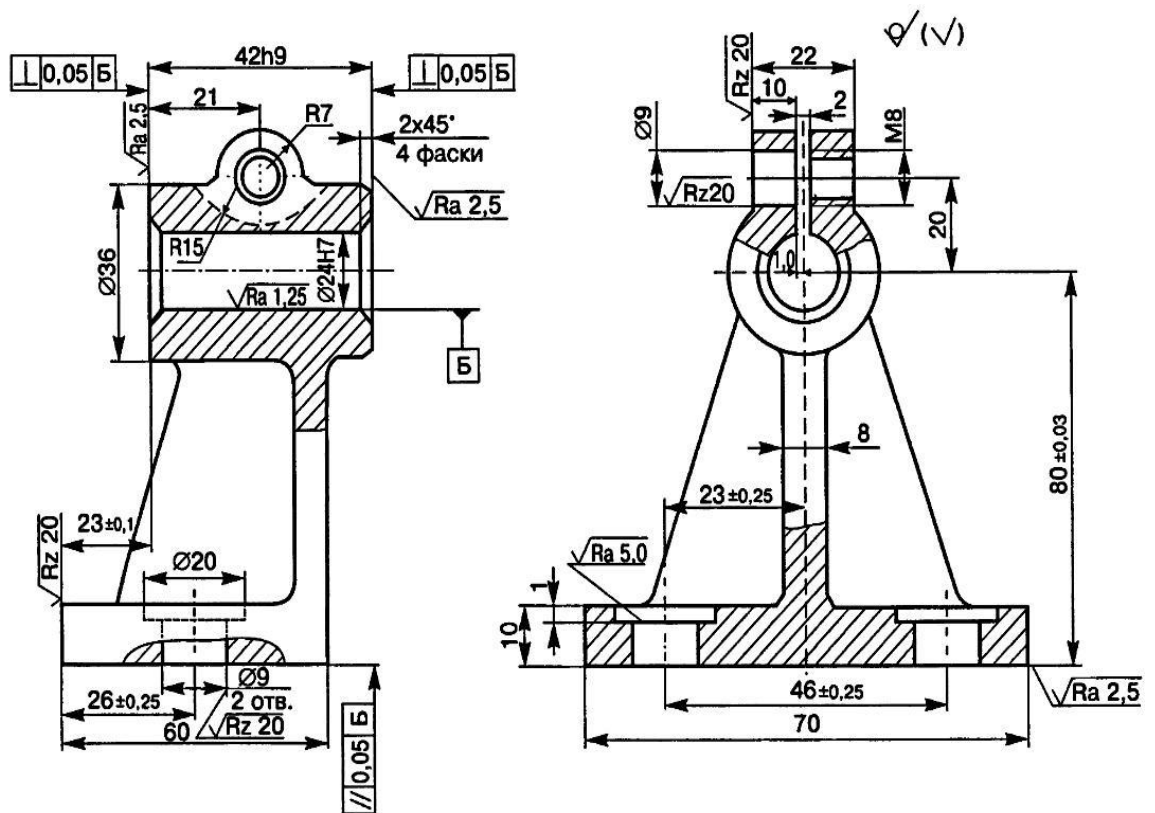


Рисунок 6 - Корпус

СЧ 18. Масса 4,6 кг

1. Цементировать h 1,0...1,4 мм; $HRC_{\text{с}}$ 58...65, сердцевина - $HRC_{\text{с}}$ 35...45
2. Острые кромки зубьев затупить фасками $1 \times 45^\circ$ с обоих торцов
3. Неуказанные предельные отклонения размеров $h14$, $H14$, $\pm IT14/2$

Вариант № 7

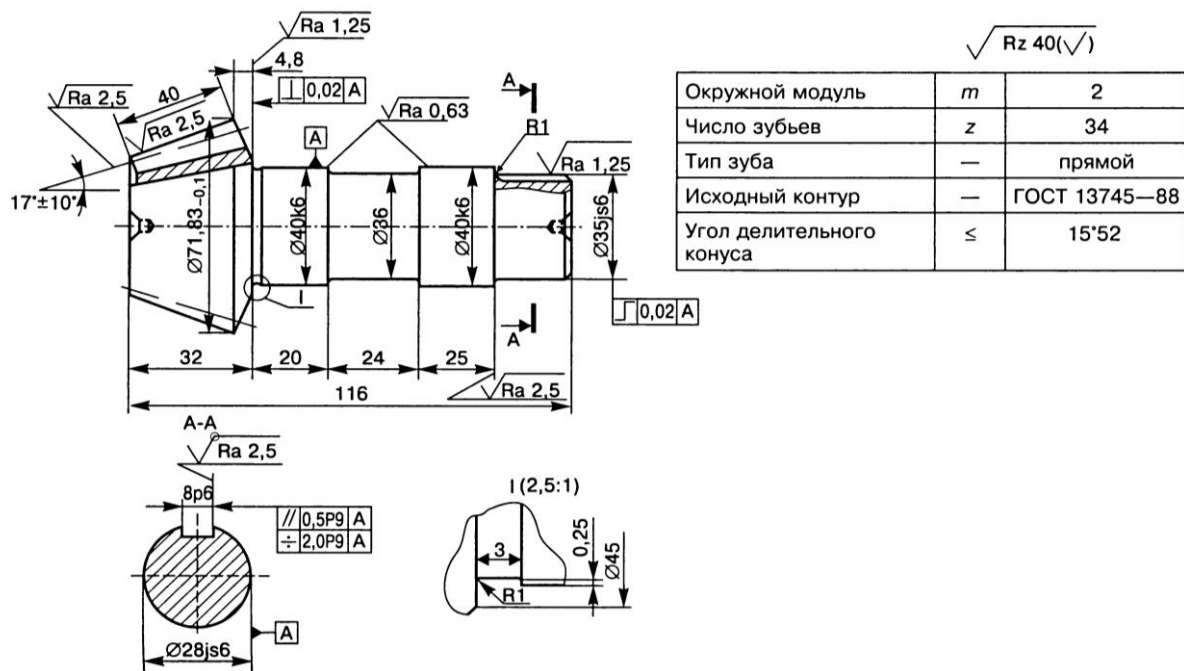


Рисунок 7 - Шестерня

Сталь 40X. Масса 1,5 кг

1. HRC 42...48
2. Неуказанные предельные отклонения размеров h14, H14, $\pm IT14/2$

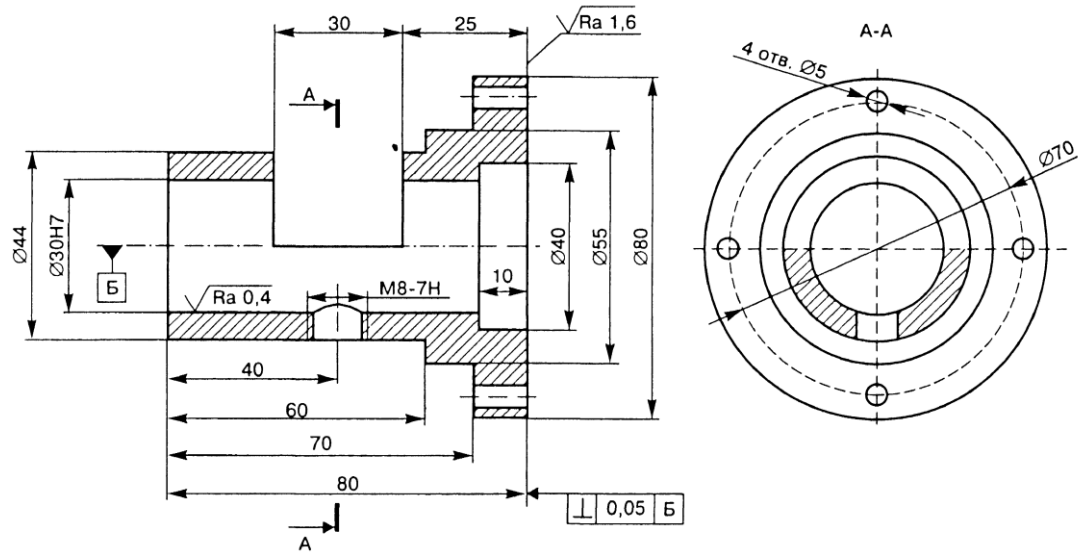
$$\sqrt{\text{Ra}_{6,3}(\sqrt{\quad})}$$


Рисунок 8 - Фланец

Сталь 45. Масса 1,9 кг

1. Неуказанные предельные отклонения размеров h14, H14, $\pm IT14/2$

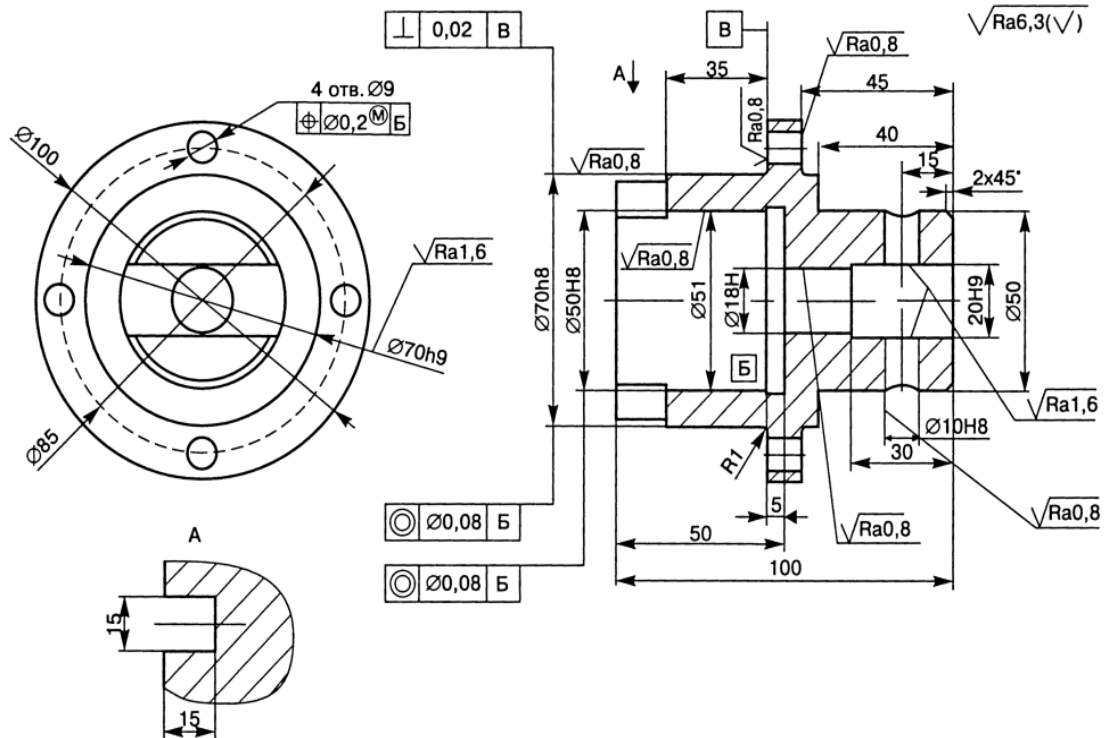


Рисунок 9 - Крышка

Сталь 45. Масса 2,2 кг

1. Неуказанные предельные отклонения размеров $h14$, $H14$, $\pm IT14/2$

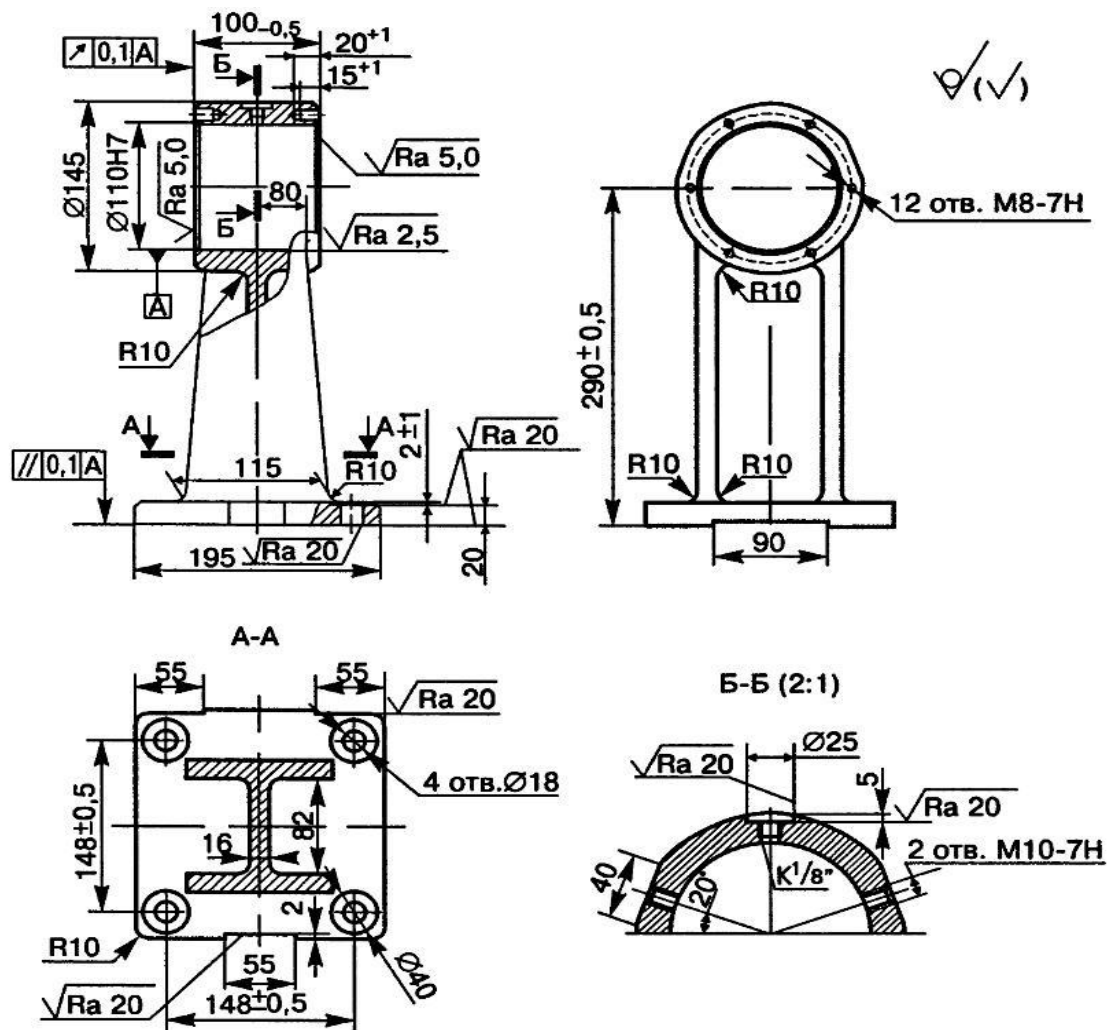


Рисунок 10 – Корпус

Сталь 25Л. Масса 16,2 кг

1. Неуказанные предельные отклонения размеров $h14$, $H14$, $\pm IT14/2$

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Рекомендации по выбору зуборезного инструмента.

Основные параметры червячных модульных фрез, чистовых однозаходных.

Модуль t, мм	1	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8
Наружный диаметр D, мм	63	70	80	90	90	100	100	112	125	125	140
Число зубьев z	12	12	12	10	10	10	10	10	10	9	9

Основные параметры червячных модульных фрез, черновых двузаходных.

Модуль t в мм, до	1	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	8
Наружный диаметр D в мм, до	50	55	65	70	75	80	85	90	105	145
Число зубьев z	12	12	10	10	10	9	9	9	9	9

Паспортные данные зубофрезерного станка модели 53A50

Наибольший наружный диаметр нарезаемого колеса 500 мм.

Наибольший модуль нарезаемого колеса 8 мм.

Мощность электродвигателя $N_d = 8$ кВт; КПД станка $\eta = 0,65$.

Частота вращения шпинделя, мин-1: 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160;

200; 240; 315; 405.

Вертикальная подача суппорта (фрезы) за один оборот заготовки, мм/об: 0,75; 0,92; 1,1; 1,4; 1,7; 2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,1; 3,4; 3,7; 4,0; 5,1; 6,2; 7,5.

Радиальная подача, мм/об: 0,22; 0,27; 0,33; 0,4; 0,48; 0,55; 0,66; 0,75; 0,84; 1,0; 1,2; 1,53; 1,8; 2,25.

Группа ТМ 83

Дисциплина «Планирование и организация работы структурного подразделения»

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Описать виды и формы ответственности за нарушение нормативно-правовых актов, регламентирующих производственно-хозяйственную деятельность предприятия.
2. Понятие «поточное производство».
3. Виды поточных линий.

Самостоятельная работа студентов с 30.10.2021 – 07.11.2021 г.

Группа	Ф.И.О. преподавателя	Название предмета	Задание
ТМ – 4 – 76	Малегон И.П.	МДК01.01 «Технологические процессы изготовления деталей машин»	1) Лабораторная работа № 23 Анализ технологического процесса механической обработки детали типа «Зубчатое колесо» (Методические указания к практическим и лабораторным работам). 2) Курсовой проект: п. 2.6, п. 2.7.
ТМ – 3 – 83	Малегон И.П.	ОП.08 Технология машиностроения	Тема: «Проектирование сверлильных операций » 1) В.В. Данилевский Технология машиностроения, §58, 59, 63 (https://bookree.org/reader?file=737609&pg=2). 2) Составить операционный эскиз на сверлильную операцию с описанием переходов. 3) Практическая работа № 6 (Методические указания к практическим работам).

Изучить и выполнить кинематическую схему горизонтально-фрезерного станка.

Выполнить конспект по 6 фрезерной группе станков. Назначение, обозначение, движения в станке, применение, модификации.

Дисциплина «Управление персоналом структурного подразделения»
группа ТМ-3-83

Вид самостоятельной работы студентов:

Подготовить доклады на темы:

1. Понятие организации. Внутренняя и внешняя среда организации.
2. Построение организационных структур известных организаций.
3. Современные школы управления.
4. Бизнес – план предприятий.
5. Взаимосвязь конфликта и стресса.
6. Факторы, влияющие на процесс принятия решений.
7. Проблемы и государственная политика в области оплаты труда.
8. Инфраструктура организации.
9. Информационные технологии в сфере управления структурными подразделениями.
10. Методы и нормативная документация по управлению качеством продукции.

При написании реферата следуйте методическим рекомендациям по написанию рефератов.

При составлении реферата студент должен учесть следующее:

1. Используя различные источники информации, необходимо на их основе проводить собственные наблюдения, рассуждения и доказательства.
2. Реферат должен быть изложен, связано, логично и последовательно. В соответствии со смысловыми частями необходимо его разбить на разделы.
3. Важным требованием к реферату является его стилевое единство: научный и литературный стиль речи.