

«СМОЛЕНСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»



ПРАКТИКУМ
для студентов по проведению
практических работ

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Специальность СПО 151901 Технология машиностроения / направление подготовки ВПО 151000 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, квалификация бакалавр

Смоленск

Подготовлено на кафедре Технология машиностроения.

Утверждено кафедрой общеобразовательных дисциплин ФГОУ СПО СПЭК в качестве методического пособия для студентов, обучающихся по специальности СПО 151901 Технология машиностроения // направление подготовки ВПО Конструкторско- технологическое обеспечение машиностроительных производств, квалификация бакалавр.

Допущено научно-методическим советом колледжа в качестве учебно-методического пособия для преподавателей и студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования.

**Практикум для студентов по проведению
практических работ
по дисциплине
ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Автор: **Дятлова М.Н.**

Рецензент: **Лазарева Т.В.** – зав. кафедрой Технология машиностроения.

Баранов Д.В. - заместитель главного технолога ОАО «Измеритель»

СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка.....	
2. Правила выполнения практических работ	
3. Инструктивные карты к практическим работам:	
№ 1 Изучение рабочих чертежей деталей.	
№ 2 Назначение технологических баз. Определение схемы базирования деталей.....	
№ 3 Оценка технологичности конструкций типовых деталей машино- строения.....	
№ 4 Назначение видов обработки поверхностей.....	
№ 5 Анализ станочной операции	
№ 6 Исследование типового технологического процесса механической обработки детали.....	
№ 7 Разработка технологического процесса сборки.....	
№ 8 Расчет нормы времени на типовую слесарную и сборочную опера- цию.....	
№ 9 Планировка участка механического цеха.....	
4. Перечень литературы и средств обучения	

Пояснительная записка

1. Общие положения

1.1. В соответствии с Типовым положением об образовательном учреждении среднего профессионального образования, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 14 октября 1994 года № 1168, к основным видам учебных занятий наряду с другими отнесены лабораторные работы и практические занятия. Направленные на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений, они составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки.

1.2. Выполнение студентами лабораторных и практических работ направлено на:

- обобщение, систематизацию и углубление теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике;
- развитие аналитических, проектировочных и конструкторских умений;
- выработку таких профессионально значимых качеств как самостоятельность, ответственность, творческая инициатива.

2. Планирование лабораторных и практических работ

2.1. Ведущей дидактической целью лабораторных работ является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений.

2.2. Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений.

3. Организация и проведение практических занятий

3.1. Практические занятия проводятся в учебных кабинетах и на учебных участках.

3.2. Продолжительность проведения не менее 2-х академических часов.

3.3. Выполнению практических работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

3.4. Формы организации студентов на практических занятиях: фронтальная, групповая, парная и индивидуальная.

Практикум для студентов специальности СПО 151901 Технология машиностроения / направление подготовки ВПО 151000 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, квалификация бакалавр, предназначен для проведения практических работ по дисциплине «Технология машиностроения» и составлен в соответствии с рабочей программой по данной дисциплине.

Целью данного курса является закрепление теоретических и формирование навыков практического применения знаний, полученных студентами на лекционных и семинарских занятиях, знакомство со стандартами и нормативной литературой. В процессе обучения студенты должны получить необходимый опыт для самостоятельной дальнейшей работы по специальности.

Практикум даёт возможность студентам правильно организовывать своё рабочее время, освоить первичные навыки конструкторско– технологической работы, осознать необходимость теоретического обучения в процессе становления специалиста – технолога.

В результате выполнения практических работ студент должен: знать:

- классификацию изделий машиностроения, их служебное назначение и показатели качества, жизненный цикл;
- материалы, применяемые в машиностроении, способы обработки;
- содержание технологических процессов сборки;
- задачи проектирования технологических процессов, оборудования, инструментов и приспособлений, состав и содержание технологической документации;
- теорию базирования и теорию размерных цепей, как средство обеспечения качества изделий машиностроения;
- принципы производственного процесса изготовления машин, технологию сборки, правила разработки технологического процесса изготовления машиностроительных изделий;
- методы формообразования поверхностей деталей машин.

уметь:

- пользоваться нормативно-справочной документацией по выбору лезвийного инструмента, выбору режимов резания в зависимости от конкретных условий обработки;
- проектировать типовые технологические процессы изготовления машиностроительной продукции;

- составлять схемы базирования деталей, рассчитывать погрешности базирования;
- анализировать технологичность конструкции типовых деталей.

Результатом освоения учебной дисциплины Технология машиностроения является овладение профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

- осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности (ОК-1);
- организовывать собственную деятельность, обобщать и анализировать информацию, определять цели и выбирать пути их достижения (ОК-2);
- находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовность нести за них ответственность (ОК-3);
- ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности (ОК-4);
- использовать конструкторскую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей. (ПК-1);
- выбирать метод получения заготовок и схемы их базирования (ПК-2);
- составлять маршруты изготовления деталей и проектировать технологические операции (ПК-3);
- участвовать в разработке средств технологического оснащения машиностроительных производств (ПК-24).

Практикум для практических работ включает следующие разделы: предисловие, правила выполнения практических работ, инструктивные карты к практическим работам, литература.

Правила выполнения практических работ.

Практические работы проводятся по утвержденному графику в соответствии с рабочим графиком.

Задания для работ выдаются индивидуально или на двоих студентов.

Текстовые документы практической работы оформляются в соответствии с ГОСТом черными или синими чернилами чётким почерком. Схемы, таблицы выполняются только карандашом и только с помощью чертёжных инструментов.

После каждой работы проводится ее защита. Студент должен проанализировать полученные результаты; пояснять, как проводились расчёты; обосновывать полученные результаты теоретическими положениями.

Оформление всех работ производится в одной тетради.

Процесс выполнения практических работ включает в себя следующие этапы:

- подготовка к работе;
- выполнение работы;
- оформление отчета.

1. Подготовка к работе.

Для успешного выполнения расчетов, предусмотренных практической работой, необходима тщательная предварительная подготовка, в ходе которой студент должен:

- повторить теоретический материал по данной теме;
- ознакомиться с порядком выполнения практической работы;
- выяснив цель задания, четко представить себе поставленную задачу и способы ее достижения;
- ответить на вопросы карты допуска.

2. Выполнение работы.

Для успешного проведения расчетов студент должен:

- внимательно ознакомиться с исходными данными;

- продумать, какая справочная литература может понадобиться при выполнении расчетов;
- выбрать метод решения задачи;
- проводить расчет внимательно, стараясь избежать случайных погрешностей.

После выполнения практической работы необходимо проанализировать результаты расчетов, выполненных различными методами, подчеркивая их достоинства и недостатки.

3. Оформление отчета.

Составление отчета является индивидуальной работой каждого студента и оформляется на готовых бланках – картах отчета.

Отчет должен содержать: название и номер работы; цель работы; приборы и оборудование; расчетную схему; необходимые формулы и расчеты; вывод о проделанной работе.

В выводе следует сделать заключение о выполнении поставленной задачи, проанализировать полученные результаты.

Окончательная оценка ставится преподавателем при сдаче зачета по каждой практической работе.

В случае пропуска практической работы студенты выполняют ее по дополнительному графику в конце семестра.

Инструкция по выполнению работы содержит:

1. Инструктивную карту по выполнению практической работы, где отражены цели и задачи её выполнения, задания с исходными данными, необходимая справочная литература.
2. Карту допуска, содержащую контрольные теоретические вопросы по освоенным темам.
3. Карту отчёта по результатам практической работы.

Практическая работа №1

Анализ рабочих чертежей деталей

1. Инструктивная карта

Задание: на основании полученного чертежа детали, проанализируйте требования по точности и шероховатости к размерам и поверхностям детали.

Цель работы: проанализировать указанные требования по точности и шероховатости к размерам и поверхностям детали. (Задание выполнять по чертежу детали).

Технология выполнения работы:

1. Определить служебное назначение изделия и дать его описание.
2. Определить назначение обрабатываемой детали как составной части сборочной единицы. Проанализировать служебное назначение отдельных элементов детали и поверхностей
3. Проанализировать материал детали, его химический состав и физико-механические свойства.
4. Определить режимы и условия работы лимитирующих поверхностей или элементов детали и выявить возможные причины выхода ее из строя.
5. Дать предложения по отделочной и упрочняющей обработке лимитирующих поверхностей с целью обеспечения долговечности детали или по замене материала детали и технологии ее изготовления.

Формируемые компетенции:

1. Умение классифицировать изделия машиностроения, их служебное назначение и показатели качества, жизненный цикл;
2. Владение навыками оформления результатов исследований и принятия соответствующих решений.

Оборудование 1. Сборочные чертежи, спецификации, технические характеристики изделий, чертежи деталей.

Литература для подготовки к практической работе:

Технология машиностроения: учебник для

студ.высших.учеб.заведений/Л.В.Лебедев.-М.: «Академия», 2006.-528 с.

2.КАРТА ДОПУСКА
к практической работе №1

1. Каким образом указание квалитета или допуска определяет технологию обработки? _____

2. Укажите назначение квалитетов:

01, 0, 1, 2, 3, 4 _____
с 5-го по 11-ый _____
с12-го по 18-ый _____

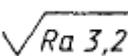
3. В каких случаях размеры называются свободными и какими квалитетами характеризуют точность обработки свободных размеров?

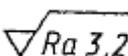
4. Какими буквами обозначаются основные отклонения:

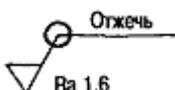
в системе отверстия _____
в системе вала _____

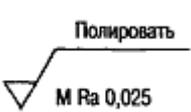
5. Определите для размера 25H7: _____ схема расположения поля допуска
систему, в которой задан размер _____
номинальный размер _____
квалитет _____

6. Поясните условные обозначения шероховатости поверхности

 _____

 _____

 _____

 _____

7. Каково влияние шероховатости на работу деталей машин

а) _____

б) _____

Приложение

Процесс создания машин складывается, в основном, из двух взаимосвязанных частей: конструирования и изготовления. Эксплуатационные показатели качества машины зависят не только от ее конструкции, но в большей степени от технологии изготовления деталей и сборки их в изделие. Четкое уяснение служебного назначения машины совершенно необходимо для обоснованной постановки задач на разработку технологических процессов изготовления и сборки всех ее составных частей. После рассмотрения служебного назначения машины следует проанализировать заданную для проектирования технологии деталь с точки зрения ее роли в машине. При этом нужно установить, в какую простейшую сборочную единицу она входит и какие функции в ней выполняет. Сначала необходимо охарактеризовать общую конструкцию детали, затем форму всех ее элементов и поверхностей, отметить наличие шлицев, шпоночных пазов, резьб, зубьев, канавок, профильных выступов и прочее. Нужно установить функциональную роль каждого элемента и поверхности детали. При этом следует иметь в виду, что с конструкторской точки зрения различают исполнительные и свободные поверхности, основные и вспомогательные базы.

Исполнительные (функциональные поверхности) позволяют детали, сборочной единице или машине выполнять свои рабочие функции. К ним, как правило, предъявляются наиболее жесткие требования и они обычно подвергаются упрочнению при обработке (беговые дорожки в подшипниках качения, боковые поверхности зубьев в зубчатых передачах, поверхность резьбы в винтовых механизмах и т.п.).

Свободные поверхности не выполняют никаких рабочих функций, предусмотренных служебным назначением детали и лишь придают детали нужную конструктивную форму и, как правило, не обрабатываются.

Согласно ГОСТ 21499-76 по своему назначению базы делятся на конструкторские, технологические и измерительные. Основные и вспомогательные базы являются конструкторскими. Основные определяют положение детали в изделии, вспомогательные - положение присоединяемых деталей и сборочных единиц. Между ними всегда существуют размерные связи, определяющие их взаимное расположение в пространстве и реализуемые в виде линейных и угло-

вых размеров. При анализе детали с точки зрения функционального назначения ее поверхностей рекомендуется строить схемы размерных цепей, характеризующие взаимосвязь конструкторских баз между собой и исполнительными поверхностями. Это позволит в дальнейшем более обоснованно подойти к выбору технологических и измерительных баз и установлению последовательности обработки поверхностей детали.

Режимы и условия работы детали в машине и возможные причины ее выхода из строя должны быть рассмотрены наиболее подробно.

3.КАРТА ОТЧЕТА

Анализ рабочих чертежей деталей

Ход работы:

1. Исходные данные

Название детали - _____

Тип производства – _____

Марка материала – _____

2. Описать форму детали. _____

3. Эскиз анализируемой детали с обозначением рабочих поверхностей и технических требований к ним.

4. Характеристика материала (по справочнику)

Химический состав

Физико-механические свойства

Область применения

5. Результаты анализа служебного назначения узла, детали и отдельных элементов и поверхностей детали.

6. Результаты анализа условий работы и причин возможного выхода детали из строя.

7. Предложения по отделочной и упрочняющей обработке рабочих поверхностей детали, выводы о соответствии материала детали заданной долговечности

Практическая работа №2

Назначение технологических баз. Определение схемы базирования деталей

1. Инструктивная карта

Задание: на основании полученного чертежа детали, составьте схему базирования детали при выполнении указанной операции и рассчитайте возникающую погрешность обработки.

Цель работы: для указанного вида обработки поверхности детали выбрать технологические базы, составить схему базирования, рассчитать погрешность, возникающую при обработке. (Задание выполнять по чертежу детали).

Технология выполнения работы:

1. Определить исходные данные (деталь, обрабатываемые поверхности, вид операции, вид режущего инструмента, вид станка).
2. Выбрать технологические базы. Обосновать выбор каждой технологической базы.
3. Определить и начертить схему базирования детали.
4. Рассчитать погрешность базирования, возникающую при данной установке детали (ε_{δ}).
5. Определить погрешность обработки детали ($\varepsilon_{об}$).
6. Сделать вывод по обеспечению требуемой точности обрабатываемой поверхности.
7. Указать пути повышения точности при обработке.

Формируемые компетенции:

1. Применение теории базирования и теории размерных цепей, как средства обеспечения качества изделий машиностроения;
2. Владение навыками оформления результатов исследований и принятия соответствующих решений

Оборудование 1. Условные обозначения опор, чертежи деталей.

Литература для подготовки к практической работе:

1. Технология машиностроения: учебник для студ. высших учеб. заведений/Л.В.Лебедев.-М.: «Академия», 2006.-528 с.

2.КАРТА ДОПУСКА

1. Базы, используемые для определения положения детали и ее поверхностей по отношению друг к другу при проектировании: а) технологические
б) конструкторские

2. Какие поверхности используются однократно: а) черновые
б) чистовые

3. Схема базирования, при которой деталь лишается шести степеней свободы называется: а) полной
б) неполной (частичной)

4. Поверхности, с помощью которых определяется положение данной детали в изделии называется: а) исполнительные
б) основные
в) свободные

5. Базы, используемые для определения положения заготовки в процессе изготовления называются: а) технологические
б) измерительные
в) конструкторские

6. База, лишаящая деталь или сборочную единицу одной степени свободы (перемещения вдоль координатной оси или поворота вокруг оси): а) направляющая
б) опорная
в) установочная

7. Погрешность, возникающая при не совмещении технологической баз с измерительной (конструкторской) называется: а) погрешность установки
б) погрешность базирования
в) погрешность закрепления

8. Какое условие должно быть выполнения при обработке для получения годных деталей?

9. В каком случае погрешность базирования равна нулю?

6. Какие принципы базирования необходимо соблюдать при базировании деталей? _____

Приложение

Выбор баз при обработке заготовок.

Технологическими базами называют поверхности, используемые для определения положения заготовки в процессе изготовления. При установке детали в приспособлении за технологические базы принимают реальные поверхности, непосредственно контактирующие с установочными элементами приспособления.

Черновыми базами называют необработанные поверхности детали, используемые для ее установки в приспособлении при обработке на первой операции, когда обработанных поверхностей нет.

Чистовыми базами называют обработанные поверхности детали, служащие для ее установки в приспособлениях при обработке на всех последующих операциях механической обработки.

Конструкторскими базами называют базы, используемые для определения положения детали и ее поверхностей по отношению друг к другу при проектировании.

Для уменьшения погрешностей, возникающих при обработке, черновые базы используют однократно. В качестве чистовых баз использовать одни поверхности на разных операциях (принцип постоянства баз).

Для уменьшения погрешности обработки необходимо конструкторские базы использовать для установки детали в приспособлении (принцип совмещения баз).

Под базированием заготовки понимают придание ей требуемого положения в пространстве относительно режущего инструмента. Точное положение заготовки в пространстве будет определено, если задать шесть координат (вдоль и вокруг 3-х взаимно-перпендикулярных осей, определяющих пространство).

При замене координат опорными точками получим схему базирования заготовки. При установке детали в приспособлении каждая их степеней свободы связывается путем прижима детали к неподвижной точке (опоре) приспособлений. Каждая опора связывает одну степень свободы, следовательно, для лишения детали всех шести степеней свободы необходимо, чтобы в приспособлении

было шесть неподвижных опорных точек (*правило шести точек*). Эти точки находятся в трех взаимно-перпендикулярных плоскостях.

При приложении сил зажима совместно с опорными точками обеспечивается двухсторонняя связь – силовое замыкание.

Количество опорных точек более шести приводит к неопределенности базирования.

Схему базирования, в которой заготовки лишены всех шести степеней свободы называют *полной*.

Схему базирования, в которой заготовки лишены менее шести степеней свободы, называют *неполной (частичной)*.

Выбор той или иной схемы базирования зависит от необходимости выдержать и сохранить размеры, взаимное расположение и направление обрабатываемых поверхностей. От правильности базирования зависит точность обработки (точность размеров, точность взаимного расположения поверхностей).

Погрешности, возникающие при обработке.

Суммарная погрешность при выполнении любой механической обработки состоит из погрешностей установки детали, настройки станка и погрешности обработки.

Погрешность установки ε_y складывается из погрешности базирования ε_b и погрешности закрепления ε_z , погрешности приспособления $\varepsilon_{пр}$

$$\varepsilon_{уст} = \sqrt{\varepsilon_b^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_{пр}^2}$$

Погрешности закрепления и приспособления определяются при наличии приспособления.

Погрешность настройки станка Δ_n – определяется паспортными данными станка.

Погрешность обработки $\varepsilon_{обр}$ определяется условиями обработки величина справочная (СТМ, т.1).

Погрешность базирования ε_b – называют разность предельных расстояний измерительной базы относительно установленного на заданный размер режущего инструмента. Погрешность базирования возникает, когда технологическая (опорная) база не совмещена с измерительной (конструкторской). Величина ε_b

относится к заданному размеру, получаемому при соответствующей схеме установки.

Для получения годных деталей суммарная погрешность при обработке детали должна быть меньше поля допуска δ на заданный размер обрабатываемой поверхности детали

$$\varepsilon_{\text{ср}} + \Delta_{\text{нл}} + \varepsilon_{\text{об}} \leq \delta$$

Погрешности базирования, **возникающие при установке детали**

Погрешность базирования ε_{δ} зависит от конкретной схемы базирования (назначение технологических баз) и точности базовых поверхностей, размеров, определяющих положение детали при установке.

Если в качестве технологической базы используется база конструкторская, то погрешность базирования будет равна нулю ($\varepsilon_{\delta} = 0$). При несовпадении технологической и конструкторской баз погрешность базирования (ε_{δ}) определяется точностью базового размера детали и определяется в зависимости от схемы базирования.

1. При базировании плоской поверхностью $\varepsilon_{\delta} = \delta_1$

δ_1 - допуск на базовый размер детали.

2. При установке в призму $\varepsilon_{\delta} = k \cdot \delta_d$

k – коэффициент, учитывающий способ простановки размера для обрабатываемой поверхности.

δ_d – допуск на диаметр базовой поверхности.

3. При установке на оправку $\varepsilon_{\delta} = S_{\text{max}} = S_{\text{min}} + \delta_A + \delta_B$.

S_{max} – максимальный зазор между отверстием и деталью.

S_{min} – минимальный зазор

δ_A – допуск на размер базового отверстия

δ_B – допуск на размер оправки.

4. При установке на 2 пальца отверстиями $\varepsilon_{\delta} = \text{tg} \alpha = \frac{S_{1\text{max}} + S_{2\text{max}}}{2L}$

α – возможный угол перекоса положения детали.

L – межцентровое расстояние

$S_{1\max}$ – Максимальный зазор между пальцем цилиндрическим (срезанным)

$S_{2\max}$ – и отверстием детали.

Величина $S_{1\max}$ и $S_{2\max}$ зависит от точности отверстий и пальцев.

1. При установке на центры

$\epsilon_\delta = \Delta_{\text{ц}}$ – просадка для шестых центров на размеры длины.

$\Delta_{\text{ц}}$ – определяются точностью центровых отверстий.

Обозначение опор и установочных элементов ГОСТ 3.1107.81. Установлены условные графические обозначения опор и установочных элементов, которые применяют в технологической документации и различных схемах. (Прилагается к работе).

3.КАРТА ОТЧЕТА

Назначение технологических баз. Определение схемы базирования деталей

Ход работы:

1. Исходные данные:

Деталь – _____

Обрабатываемая поверхность – _____

Название операции – _____

Режущий инструмент – _____

Название станка – _____

2. Выбор технологических баз и их обоснование.

3. Схема базирования.

4. Расчет погрешностей.

$\epsilon_{об}$ погрешность обработки _____

ε_n погрешность наладки (принимают 0,02) _____

ε_b погрешность базирования _____

Вывод: _____

Предложения по повышению точности:

Практическая работа №3

Оценка технологичности конструкций типовых деталей

машиностроения

1. Инструктивная карта

Задание: выполните качественную и количественную оценку конструкции детали на технологичность.

Цель работы: Провести анализ конструкции детали по чертежу. Дать качественную оценку технологичности конструкции детали. Освоить методику определения количественных показателей технологичности конструкции деталей машин.

Технология выполнения работы:

1. Провести качественный анализ конструкции детали по чертежу на технологичность.
2. Рассчитать показатели технологичности детали.
3. Сравнить расчетные величины со средними нормативными значениями коэффициентов технологичности.
4. Сделать вывод о технологичной целесообразности конструкции детали.

Формируемые компетенции:

1. Владение методами обеспечения технологичности и конкурентоспособности изделий машиностроения;
2. Владение навыками оформления результатов исследований и принятия соответствующих решений

Оборудование 1. Чертежи деталей.

Литература для подготовки к практической работе:

1. Технология машиностроения: учебник для студ. высших учеб. заведений / Л. В. Лебедев. - М.: «Академия», 2006. - 528 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя / Под редакцией Косиловой А. Г., Мещерякова Р. К. Т. 2 - М: Машиностроение, 1985.

2.КАРТА ДОПУСКА

1. Что понимают под технологичностью конструкции детали?

2. Метод, при котором рассматривается возможность применения высокопроизводительных методов обработки, конструктивное оформление детали, возможность выбора рационального метода получения заготовки и другие критерии называется ...

а) количественный

б) качественный

3. Что является более технологичным:

а) глухие отверстия

б) сквозные отверстия

4. Выберите требования, отвечающие технологичности конструкции корпусной детали:

возможность обработки плоскостей и торцов с отверстиями на проход; плоскости и торцы не имеют выступов, мешающей обработке; многообразие размеров отверстий и резьб; в детали нет поверхностей, не перпендикулярных осям отверстий.

5. Чему равно нормативное значение коэффициента точности обработки?

а) 0,32

б) 0,8

в) 0,6

6. Как определяется коэффициент шероховатости обработки?

7. Что относится к унифицированным конструктивным элементам?

8. В каком случае деталь считается технологичной после проведения количественной оценки?

9. Какая существует зависимость трудоемкости обработки детали от Бсп?

10. Метод, при котором рассчитываются показатели технологичности детали, которые затем сравниваются с нормативными значениями называется ...

а) количественный

б) качественный

Приложение

В соответствии с ГОСТ 14.205-83, «технологичность конструкции – это совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ».

Оценка технологичности конструкции осуществляется на уровне изделий, сборочных единиц и деталей. Цель обеспечения технологичности конструкции детали – повышение производительности труда и качества изделий при максимальном снижении затрат времени и средств на разработку, технологическую подготовку производства, изготовление, эксплуатацию и ремонт.

Чтобы избежать незамеченных недостатков в конструкции, качественный анализ технологичности целесообразно проводить в определенной последовательности:

1. Установить возможность применения высокопроизводительных методов обработки.
2. Определить целесообразность назначения протяженности и размеров обрабатываемых поверхностей, труднодоступные для обработки места.
3. Определить технологическую увязку размеров, оговоренных допусками, шероховатость поверхностей, необходимость дополнительных технологических операций для получения высокой точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей.
4. Определить возможность обработки детали в имеющихся производственных условиях.
5. Определить поверхности, которые могут быть использованы при базировании.
6. Проанализировать возможность выбора рационального метода получения заготовки.

С целью упрощения анализа технологичности возможны рекомендации для типовых классификационных групп деталей.

Для корпусных деталей следует определить:

1. Допускает ли конструкция обработку плоскостей на проход и что мешает такому виду обработки?
2. Можно ли обрабатывать отверстия одновременно на многошпиндельных станках с учетом расстояний между центрами отверстий.
3. Позволяет ли форма отверстий растачивать их на проход с одной стороны или с двух сторон?
4. Есть ли свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям?
5. Нужна ли обработка торцов ступице внутренних сторон?
6. Есть ли глухие отверстия?
7. Имеются ли обрабатываемые поверхности под углом?
8. Для всех ли отверстий плоскость входа и выхода перпендикулярна оси отверстия?
9. Имеются ли в конструкции детали достаточные по размерам базовые поверхности?
10. Нет ли в конструкции детали внутренние резьбы большого диаметра?
11. Насколько способ получения заготовки (отливки), правильно ли выбраны элементы конструкции, обуславливающие получение заготовки?

Для валов следует определить:

1. Можно ли обрабатывать поверхности проходными резцами?
2. Убывают ли к концам диаметральные размеры шеек вала?
3. Имеются ли буртики большого диаметра (по сравнению с остальными диаметрами)? Как это повлияет на коэффициент использования материала?
4. Имеются ли закрытые шпоночные пазы?
5. Каково соотношение длин ступеней вала, эффективна ли многорезцовая параллельная обработка их?
6. Допускает ли жесткость вала получение высокой точности (жесткость вала недостаточна, если для получения 8-9 качества соотношение его длины к диаметру $l:d > 10-12$; при более низкой точности, это соотношение может быть равно 15; при многорезцовой обработке это соотношение – 10)?

Для зубчатых колес следует определить:

1. Возможность высокопроизводительного формообразования зубчатого венца с применением пластического деформирования в горячем и холодном состоянии.
2. Простоту формы центрального отверстия.
3. Простоту конфигурации наружного контура зубчатого венца (более технологичны плоские, без ступицы).
4. Одно или двухстороннее расположение ступицы (это определяет возможность нарезания зубьев одновременно у нескольких деталей).
5. Симметричность расположения перемычки между ступицей и венцом (нарушение этого требования вызывает значительные односторонние искажения при термической обработке).
6. Правильность форм и размеров канавок для выхода инструментов.
7. Возможность многорезцовой обработки в зависимости от соотношения диаметров венцов и расстояний между ними.

Технологичность конструкций изделия оценивают количественно с помощью системы показателей, которая включает:

Базовые (исходные) значения показателей технологичности, являющиеся предельными нормативами технологичности, обязательными для выполнения при разработке изделия;

Значения показателей технологичности, достигнутые при разработке изделия;

Показатели уровня технологичности конструкции разрабатываемого изделия.

Для количественной оценки технологичности конструкции проводится расчет коэффициентов технологичности: $K_{т.о.}$, $K_{ш.о.}$, $K_{у.к.э.}$, которые сравниваются со средними нормативными значениями этих коэффициентов.

В результате такого сравнения определяется, что в конструкции детали существенно будет влиять на трудоемкость изготовления (высокие требования по точности); потребует использования стандартного или специального инструмента)?

Расчет коэффициентов технологичности

1. Коэффициент точности обработки

$$K_{т.о.} = 1 - 1/A_{ср.}$$

Где $A_{ср}$ –средний квалитет точности всех размеров детали

$$A_{ср.} = \frac{1 \cdot n_1 + 2 \cdot n_2 + \dots + 19 \cdot n_{19}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{19}}$$

1,2,...19 – номера квалитетов точности, по которым выполнены размеры.

$n_1, n_2 \dots n_{19}$ – количество размеров 1-го, 2-го... 19-го квалитетов точности.

Нормативное значение $K_{ср.т.о.} = 0,8$

Условие технологичности $K_{т.о.} \geq 0,8$

2. Коэффициент шероховатости обработки

$$K_{ш.о} = 1/B_{ср.}$$

$B_{ср.}$ - средняя величина шероховатости

$$B_{ср.} = \frac{80 \cdot n_1 + 40 \cdot n_2 + \dots + 0,02 \cdot n_{13} + 0,01 \cdot n_{14}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{14}}$$

80,40,... 0,02; 0,01 (мкм) – величина шероховатости поверхности

$n_1, n_2, \dots n_{14}$ - количество поверхностей соответствующих классов шероховатости

Нормативное значение $K_{ср.ш.о.} = 0,32$

Условие технологичности $K_{ш.о.} \leq 0,32$

3. Коэффициент унификации конструктивных элементов

$$K_{у.к.э.} = Q_{у.э.} / Q$$

где $Q_{у.э.}$ – количество унифицированных конструктивных элементов (к ним относятся элементы выполненные по ГОСТ; повторяющиеся элементы)

Q – общее количество конструктивных элементов

Нормативное значение $K_{ср.у.к.э.} = 0,6$

Условие технологичности: $K_{у.к.э.} \geq 0,6$

Таблица соотношения классов шероховатости и величины шероховатости поверхности (Rz и Ra)

Класс шероховатости	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Rz	320	160	80	40	20	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,05
Ra	80	40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,32	0,16	0,08	0,04		

а) Коэффициент точности:

$$K_{т.о.} =$$

б) Коэффициент шероховатости:

$$K_{ш.о.} =$$

в) Коэффициент унификации конструктивных элементов:

$$K_{у.к.э.} =$$

Вывод:

Практическая работа №4

Назначение видов обработки поверхностей

1. Инструктивная карта

Задание: на основании полученного чертежа детали, назначьте виды обработки указанных поверхностей

Цель работы: осуществить выбор и определить последовательность способов обработки детали

Технология выполнения работы:

1. Проанализировать задание, выбрать последовательность механической обработки в зависимости от типа поверхности и требований к размерной точности и шероховатости поверхности.
2. Выбрать способ упрочняющей обработки в зависимости от материала детали и требований к физико-механическим свойствам поверхности.
3. Определить общую последовательность способов обработки, обеспечивающих требуемое качество поверхности.
4. Составить схему выбранной последовательности способов обработки.
5. Проанализировать результаты и составить отчет.

Формируемые компетенции:

1. Умение выбирать способ обработки деталей, обеспечивающий точность изготовления деталей в соответствии с чертежом;
2. Знание закономерностей и связей процессов проектирования и создания машин.
3. Знание основных методов формообразования заготовок и методов обработки металлов резанием;

Оборудование 1. чертежи деталей.

Литература для подготовки к практической работе:

1. Технология машиностроения: учебник для студ. высших учеб. заведений/Л.В.Лебедев. -М.: «Академия», 2006.-528 с.

2. КАРТА ДОПУСКА

1. Какого типа детали изготавливают на станках токарной группы?
 - а) корпусные
 - б) тела вращения
 - в) рычаги, кронштейны

2. Какая точность размеров достигается при черновом точении?
 - а) 9-11 квалитет
 - б) 12-14 квалитет
 - в) 7-8 квалитет

3. Какая чистота поверхности достигается при чистовом точении?
 - а) Ra 20-40 мкм
 - б) Ra 6,3-12,5 мкм
 - в) Ra 1,6-3,2 мкм

4. Какие переходы необходимо выполнить, чтобы получить отверстие 8 квалитета точности и Ra=2,5 мкм?

5. В каком типе производства применяется протягивание?
 - а) единичном
 - б) серийном
 - в) массовом

6. Могут ли быть исправлены в процессе притирки погрешности формы отверстия после предыдущей операции?

7. Укажите виды работ, выполняемых на фрезерных станках:
 - а) обработка плоскостей
 - б) обработка цилиндрических поверхностей
 - в) обработка уступов и пазов;
 - г) обработка конических поверхностей
 - д) нарезание резьбы

Приложение

Эксплуатационные свойства деталей машин (износостойкость, выносливость, сопротивление коррозии и д.) зависят от размерной точности и качества их поверхности. Последнее в свою очередь определяется совокупностью характеристик шероховатости поверхности, физико-механическими свойствами (твердость, микротвердость, величина и знак остаточных напряжений) и микроструктурой поверхностного слоя.

Размерная точность и шероховатость поверхностей детали определяются способом (последовательностью способов) ее механической обработки. Каждому способу механической обработки соответствует свой диапазон размерной точности и высоты микронеровностей.

Для обеспечения требуемых физико-механических свойств поверхностного слоя детали машин подвергаются упрочняющей обработке. Различным способам такой обработки присущи свои технологические возможности.

При выборе и определении способа (последовательности способов) механической и упрочняющей обработки необходимо руководствоваться техническими требованиями чертежа детали, а также известными зависимостями между параметрами качества поверхности и условиями эксплуатации детали. Так, например, повышение износостойкости достигается за счет высокой твердости (микротвердости) поверхностного слоя. Увеличение выносливости обеспечивается в результате создания минимальной высоты микронеровностей, значительной твердости и сжимающих остаточных напряжений и т.д.

Приведенные затраты, время на выполнение операций, точность и высота микронеровностей при различных способах обработки

Способ	Приведенные затраты $C_{п.з.}$, руб./ч	Штучное время $T_{шт}$, мин	Качество допуска размера	Параметр шероховатости Ra , мкм
Наружные поверхности вращения				
Обтачивание:				
– получистовое или однократное	224	2,29	11-13	2,5-1,6
– чистовое	224	2,49	8-10	6,3-0,4
– тонкое	269	2,19	6-9	1,6-0,2
Шлифование:				
– предварительное	230	2,14	8-9	6,3-0,4
– чистовое	230	2,14	6-7	3,2-0,2
– тонкое	317	2,66	5-6	1,6-0,1
Притирка, суперфиниширование	-	-	4-5	0,8-0,1
Цилиндрические отверстия				
Сверление и рассверление:	237	2,25	9-13	2,5-0,8
Зенкерование:				
– литого или прошеного отверстия	237	1,53	10-13	2,5-0,4
– чистовое после черного сверления	237	1,53	8-9	2,5-0,4
Развертывание:				
– нормальное	237	1,74	10-11	1,25-0,8
– точное	237	2,32	7-9	6,3-0,4
– тонкое	237	3,87	5-6	3,2-0,1
Протягивание:				
– литого или прошеного отверстия	268	0,8	10-11	1,25-0,8
– чистовое после черного сверления	268	0,8	6-9	6,3-0,2
Растачивание:				
– черновое	361	1,49	11-13	2-1,6
– чистовое	361	1,72	8-10	6,3-0,4
– тонкое	241	1,96	5-7	3,2-1,6
Шлифование:				
– предварительное или однократное	361	7,2	8-9	6,3-0,4
– чистовое	361	8,28	6-7	3,2-0,2
– тонкое	241	8,64	5	1,6-0,1
Притирка, хонингование	228		4-5	1,6-0,1

**Классификация и технологические возможности способов
упрочняющей поверхностной обработки деталей машин**

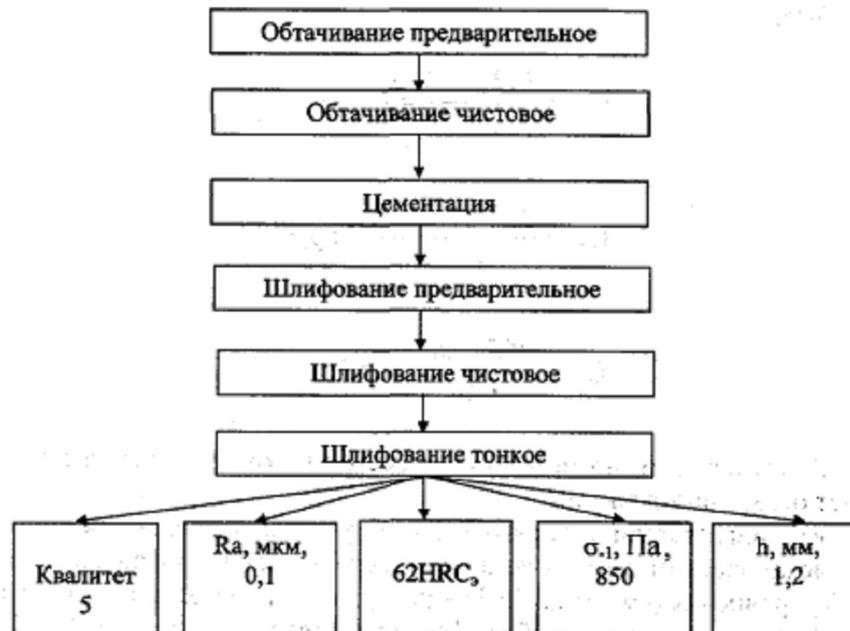
Процессы и параметры поверхностного слоя, обуславливающие упрочнения	Спо- соб упр- очнения	Технологические возможности						
		Мате- риал заго- товки	Точ- ность обра- ботки	Пара- метр ше- роохо- ватости Ra, мкм	Твер- дость обра- ботанной по- верхности	Вели- чина оста- точных на- пряжений в по- верх. слое, Па	Толщина упроч- енного слоя, мм	
							ми- ни- маль- ная	макс- ималь- ная
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Упрочнение пластиче- ским деформировани- ем поверхностного слоя (наклепом). Повышение физико- механических свойств поверхностного слоя, изменение величины и знака остаточных напряжений в поверх- ностном слое, улучше- ние микрогеометрии обработанной поверх- ности	Нака- тыва- ние ро- ликами	Чу- гун, сталь, спла- вы из цвет- ных метал- лов	Со- храня- ется от пред- шеству- ющей обра- ботки	1,6- 0,05	Уве- личи- вается на 20- 50 %	600-900	1,0	2,0
	Нака- тыва- ние ша- риком	—«—	—«—	0,4- 0,05	—«—	600-900	0,3	0,5
	Раска- тыва- ние ша- риком (роликом)	—«—	7-9 квал.	0,4- 0,5	—«—	600-900	0,1	0,5
Упрочнение поверхно- стной химико- термической (термо- диффузионной) обра- боткой. Изменение физико-химических свойств и структуры поверхностного слоя, изменение величины и знака остаточных напряжений в поверх- ностном слое	Це- мен- тация	Ма- лоуг- леро- дис- тая сталь	Ко- робле- ние (по- водка) 0,05- 0,15 мм	Уве- личи- вается в 2-4 раза	60-70 HRC ₂	400- 1000	0,5	2,0
	Азо- тиро- вание	Сталь, чугун	Ко- робле- ние 0,05- 0,10 мм	—«—	650- 1200 HV	400- 1000	0,05	0,60
	Циа- ниро- вание	Сталь	—«—	—«—	60-75 HRC ₂	400- 1000	0,01	2,5
	Хро- миро- вание	—«—	—«—	—«—	1600- 2000 HV	—	0,02	0,30
Упрочнение поверхно- стной термической обработкой. Изме- нение физико- механических свойств и структуры поверхно- стного слоя, изменение величины и знака остаточных напряже- ний	За- калка с на- гревом	Сталь	Ко- робле- ние 0,03- 0,07 мм	Не из- меняет- ся	1600- 2000 HV	400- 1000	0,2	10

Пример выполнения работы

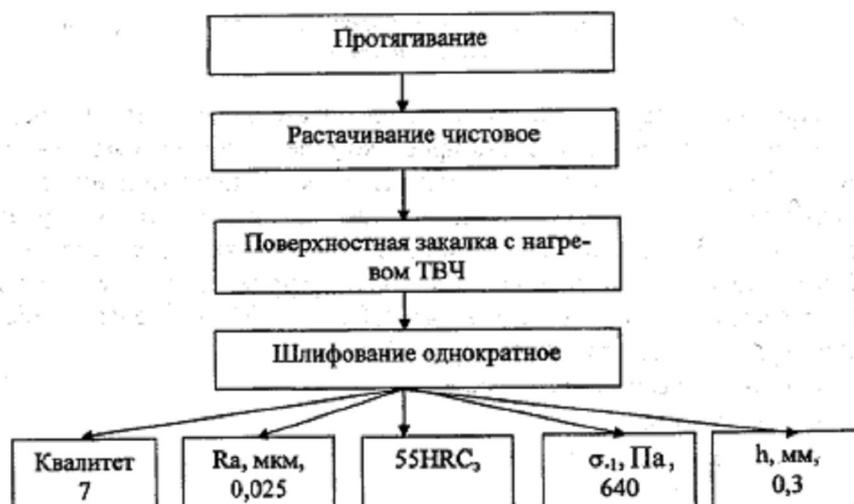
Варианты задания рассматриваемых примеров

Тип поверхности	Материалы	Требования к размерной точности и качеству поверхности детали				
		Квалитет	Ra, мкм	Твердость	Величина остаточных напряжений, Па	Толщина упрочненного слоя, мм
Наружная вращения	Сталь 12ХНЗА	5	0,1	62 HRC ₃	850	1,2
Внутренняя цилиндрического отверстия	Сталь 40ХМ	5	0,4	55 HRC ₃	640	0,3

Пример 1. Анализируя содержание задания, приходим к следующим выводам: требования к размерной точности и шероховатости наружной поверхности вращения можно обеспечить в результате следующей последовательности способов механической обработки: обтачивание предварительное и чистовое, шлифование предварительное чистовое и тонкое. С учетом того, что деталь изготавливается из малоуглеродистой стали ($C=0,12\%$), а также требований к твердости, величине остаточных напряжений и толщине упрочненного слоя выбирается способ упрочняющей обработки – цементация. Тогда вся последовательность способов обработки, обеспечивающих требуемую размерную точность и качество поверхности, представлено в виде схемы:



Пример 2. Действуя в той же последовательности, что и в первом случае, выберем следующий комплекс способов механической обработки:



Материал детали содержит 0,4 % углерода. С учетом требований к физико-механическим свойствам поверхностного слоя выбираем способ упрочнения – поверхностная закалка с нагревом ТВЧ.

3.КАРТА ОТЧЕТА

Назначение видов обработки поверхностей

Ход работы:

1. Исходные данные

Тип поверхности _____

Марка материала _____

Требования к размерной точности и качеству поверхности:

Квалитет _____

Шероховатость _____

Твердость _____

2. Последовательность механической обработки

3. Выбрать способ упрочняющей обработки в зависимости от материала детали и требований к физико-механическим свойствам поверхности

4. Схема выбранной последовательности обработки

Практическая работа №5

1. Анализ станочной операции Инструктивная карта

Задание: выполните анализ станочной операции технологического процесса изготовления детали.

Цель работы: 1. Провести анализ технологического процесса.
2. Провести анализ станочной операции.

Технология выполнения работы:

1. Анализ исходных данных для проектирования технологического процесса механической обработки детали.
2. Анализ маршрута и содержания технологического процесса механической обработки детали.
3. Анализ содержания операционной карты механической обработки на заданную операцию.
4. Заполнить бланк копию О.К. и К.Э.

Формируемые компетенции:

1. Знание правил разработки технологических процессов изготовления машиностроительных изделий, методов разработки технологического процесса изготовления машин;
2. Владение навыками анализа технологических процессов, как объекта управления и выбора функциональных схем их автоматизации;
3. Владение навыками оформления результатов исследований и принятия соответствующих решений

Оборудование 1. Чертежи деталей. Технологические процессы механической обработки деталей.

Литература для подготовки к практической работе:

3. Технология машиностроения: учебник для студ. высших учеб. заведений/Л.В.Лебедев.-М.: «Академия», 2006.-528 с.

4. Справочник технолога-машиностроителя / Под редакцией Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. Т.2 - М: Машиностроение, 1985.

2.КАРТА ДОПУСКА

1. Выберите правильное определение:

Часть операции, выполняемая одним инструментом на одной поверхности с неизменными режимами резания – это ...

- а) установ
- б) переход
- в) проход

2. Укажите, по какому принципу построен технологический процесс, если он раздроблен на простейшие операции с небольшим числом переходов в каждой операции:

- а) концентрации
- б) дифференциации

3. Дополните требования, предъявляемые к операционным эскизам:

- а) деталь изображается в положении
- б) установочные и зажимные элементы приспособлений обозначаются
- в) обрабатываемые поверхности изображаются ... линией
- г) проставляются полученные размеры с ..., а также указывается

4. Какой бланк технологической документации содержит элементы режимов резания?

- а) МК
- б) ОК
- в) КЭ

5. Перечислите исходные данные для проектирования технологического процесса? _____

6. В чем заключается принцип постоянства баз?

7. В каком типе производства заготовка приближается по форме и размерам к готовой детали?

- а) единичное, мелкосерийное
- б) крупносерийное, массовое

Приложение

Для оценки соответствия рабочего технологического процесса механической обработки уровню научно-технического прогресса в машиностроении необходимо подвергнуть данный процесс подробному разбору, результаты которого будут служить предпосылкой для разработки рекомендаций по его совершенствованию.

Анализ производится с точки зрения обеспечения заданного качества изделия и производительности обработки. Он базируется на оценке количественных и качественных показателей как отдельных технологических операций, так и процесса в целом.

В общем случае при анализе технологического процесса рассматриваются вопросы:

Обоснованность принятой последовательности обработки детали;

Метод получения заготовки;

Станочное оборудование и рациональность ее использования;

Автоматизация технологических операций и процесса в целом;

Базирование заготовок при обработке и определение погрешностей базирования;

Оснащение технологического процесса (установочно-зажимные приспособления, режущие и вспомогательные инструменты, средства технологического контроля).

В результате анализа должны быть сформулированы конкретные мероприятия по устранению имеющихся недостатков при разработке нового технологического процесса.

3. КАРТА ОТЧЕТА

Анализ станочной операции

Ход работы:

1. Анализ исходных данных для проектирования тех.процесса механической обработки детали.

Характеристика детали:

- Наименование детали – _____
- Класс типовых деталей, к которому ее следует отнести – _____

Габаритные размеры – _____

- Масса детали – _____
- Марка материала – _____
- Вид заготовки – _____
- Вес заготовки – _____
- КИМ – _____
- Тип производства, которому соответствует данная заготовка – _____

2. Анализ маршрута и содержание тех.процесса механической обработки детали.

1). Количество операций в техпроцессе - _____

В том числе:

- Станочных – _____.
- Слесарных – _____.
- Контрольных – _____.
- Термических – _____.

2). Определение порядка механической обработки детали по операциям.

2.1. Цель первых механических операции. _____

2.2. Цель основных механических операций. _____

2.3. Последовательность выполнения операции термической обработки: слесарных, контрольных. _____

3). Определить принципы базирования в данном тех. процессе.

3.1. Определить черновой базы. _____

3.2. Определить чистовые базы: _____

• Использование черновых баз – _____

• Принцип постоянства баз – _____

• Принцип совмещения баз - _____

№ и название перехода	Выдерживаемые размеры, м		Номера поверхностей - баз					
	Номинал	Допуск	Установочная	Направляющая	Двойная направляющая	Опорная	двойная опорная	$\epsilon_{\text{уст}}$, мм

4). Определить общую трудоемкость детали.

3. Анализ содержания операционной карты механической обработки на заданную операцию.

1. Наименование операции - _____

2. Структура операции. _____

3. Наименование, модель станка. _____

4. Наименование и степень универсальности используемой тех. оснастки:

• Приспособление – _____

Вид привода приспособления _____

Количество приспособлений на станке _____

Время на установку и закрепление заготовки _____

- Режущие инструменты

№ операции	Название инструмента	Вид инстр. (станд.) спец.	Материал реж. части	стойкость, мин	СОЖ	Режимы резания			метод настройки на размер
						V	S	t	

- Измерительный инструмент

№ операции	Наименование инструмента, прибора	Вид инстр. (универс.) спец.	Точность измерения, мм	Допуск на измеряемый размер, мм	Время на одно измерение, мин

4. Операционный эскиз

5. Предложения по совершенствованию технологического процесса

Практическая работа №6

Исследование типового технологического процесса механической обработки детали

1. Инструктивная карта

Задание: выполните анализ типового технологического процесса обработки детали.

Цель работы: исследовать типовой технологический процесс механической обработки детали. Научиться разрабатывать технологический процесс обработки детали.

Технология выполнения работы:

1. Конструктивная характеристика детали.
2. Технологические задачи: точность размеров, формы, взаимного расположения поверхностей, качество поверхностного слоя.
3. Анализ свойств материала и метода получения заготовки. Предварительная обработка заготовки.
4. Основные схемы базирования детали по операциям: определить черновые и чистовые базы, соблюдаются ли принципы базирования.
5. План обработки основных поверхностей с указанием средств технического оснащения.
6. Место и назначение термической операции.
7. Перечислить отделочные операции, указать получаемые точность размеров и качество поверхности.
8. Вывод о достаточном использовании средств автоматизации.

Формируемые компетенции:

1. Владение навыками проектирования типовых технологических процессов изготовления машиностроительной продукции;
2. Владение навыками выбора оборудования, инструментов, средств технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления продукции;
2. Определение технологических режимов резания, расчет оптимальных режимов работы при различных видах обработки.

Оборудование 1. Сборочные чертежи, спецификации, технические характеристики изделий, чертежи деталей.

Литература для подготовки к практической работе:

1. Технология машиностроения: учебник для студ. высших учеб. заведений / Л. В. Лебедев. - М.: «Академия», 2006. - 528 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя / Под редакцией Косиловой А. Г., Мещерякова Р. К. Т. 2 - М: Машиностроение, 1985.
3. Данилевский В. В. Технология машиностроения. - М.: Высшая школа, 1984.

2.КАРТА ДОПУСКА

1. Выберите, от чего зависит выбор станков, приспособлений для технологического процесса обработки детали?
 - а) марки материала детали
 - б) типа производства
 - в) конструкции и размеров детали
 - г) вида заготовки

2. Какие заготовки применяются для изготовления деталей в единичном и мелкосерийном производствах?
 - а) приближающиеся к готовой детали
 - б) грубые, с большими припусками

3. Какие станки применяются в массовом производстве на операции предварительной подготовки баз валов?
 - а) токарные универсальные
 - б) протяжные
 - в) фрезерно-центровальные

4. Метод нарезания зубчатых колес, при котором профиль режущего инструмента соответствует профилю впадины зуба, называется ...?
 - а) копирования
 - б) обкатки

5. Укажите виды работ, выполняемые на фрезерных станках:
 - а) обработка плоскостей;
 - б) обработка цилиндрических поверхностей;
 - в) обработка уступов и пазов;
 - г) обработка конических поверхностей;
 - д) нарезание резьбы.

Приложение

Технология изготовления валов

Валы очень разнообразны по форме, размерам, точности, материалу, из которого они изготавливаются, назначению и другим показателям. Валы изготавливаются из проката, штампованных или получаемых свободной ковкой поковок и другими способами. Заготовки в зависимости от требований к будущей готовой детали подвергаются – нормализации, улучшению. Механическая обработка валов обычно проводится за несколько этапов – черновой, чистовой и окончательный.

Ответственной частью проектирования технологического процесса механической обработки валов является разработка схемы базирования заготовки и выбор технологических баз. Чаще всего в качестве чистовой технологической базы удается использовать единую (постоянную) технологическую базу – два центровых отверстия. Для их образования целесообразно использовать подрезные центrovально-обточные или фрезерно-центrovальные полуавтоматы.

Выбор токарных и круглошлифовальных станков производится в зависимости от содержания и характера работ, от параметров вала, годового объема выпуска и ряда других показателей.

Совершенствование технологии обработки валов достигается концентрацией операций, сокращением их числа и числа установов. В массовом производстве валы обрабатывают на автоматических линиях или с использованием токарных и круглошлифовальных полуавтоматов и автоматов, станков с ЦПУ и ЧПУ. В единичном и серийном производстве прогрессивным способом является использование роботизированных технологических комплексов (РТК), оснащенных станками с ЧПУ и автоматическими манипуляторами.

Технология изготовления зубчатых колес

Технологический процесс механической обработки зубчатых колес определяется следующими главными факторами: конструкцией и размерами колеса, точностью и качеством поверхностей, годовым объемом выпуска, видом исходной заготовки.

В качестве исходных заготовок для изготовления зубчатых колес используются прокат, поковки и отливки. В ряде случаев используются исходные за-

готовки с зубьями, накатанными в холодном или горячем состоянии, образованные горячей или холодной штамповкой или при литье.

Механическая обработка зубчатых колес проводится в два этапа: на первом - операции по образованию самого колеса, на втором – операции по образованию и отделке зубьев. На первом этапе при изготовлении колес малых размеров (диаметром до 70 мм) из проката в серийном производстве применяют токарно-револьверные станки, а в массовом – токарные прутковые одношпиндельные и многошпиндельные автоматы. При изготовлении колес средних размеров (диаметром 100...300 мм) используют штучные заготовки из проката или штампованные поковки.

В настоящее время применяется много прогрессивных и высокопроизводительных способов обработки зубьев: зубофрезерование острозаточенными червячными фрезами, скоростное зубофрезерование по методу деления, зуботочение, зубодолбление и зубопротягивание, диагональное шевингование, зубошлифование абразивным червяком, зубохонингование и др.

Технология изготовления корпусных деталей

Корпуса необходимы для размещения, координирования в пространстве и кинематической связи деталей и узлов, монтируемых в них.

Исходными заготовками корпусных деталей обычно являются отливки из чугуна, стали и цветных сплавов или сварные конструкции.

У корпусов обрабатываются установочные плоскости, плоскости разъема, одно или несколько базовых отверстий, большое число мелких гладких или резьбовых отверстий. К ним обычно предъявляются высокие требования по точности размеров и формы отдельных поверхностей, их шероховатости, а также по точности их взаимного расположения. Корпусные детали должны быть технологичными.

Важное место при проектировании процесса обработки занимают вопросы выбора баз и разработки схемы базирования. Для корпусов, имеющих в качестве конструкторской базы плоскость, технологической единой базой целесообразно принимать эту же плоскость и два отверстия в ней для правильной угловой ориентации заготовки в приспособлениях. При наличии базового отверстия можно его

за технологическую базу и вести всю обработку по принципу «обработки от отверстия».

Механическая обработка исходных заготовок начинается с обработки поверхностей, принятых за единую технологическую базу. Дальнейшую обработку ведут по этапам: сначала все черновые операции, затем получистовые, чистовые и отделочные.

В условиях серийного производства даже при незначительном объеме выпуска мелких и средних корпусов целесообразно использовать многооперационные (многоцелевые) станки с ЧПУ с магазином инструментов и с поворотным станком. Обработка корпуса на них ведется с одного установка большим числом инструментов по индивидуальной программе.

3. КАРТА ОТЧЕТА

Исследование типового технологического процесса механической обработки детали

Ход работы:

1. Исследование типового технологического процесса

1. Конструктивная характеристика детали:

Наименование _____

габаритные размеры _____

качественный анализ технологичности конструкции детали

2. Технологические задачи: точность размеров, формы, взаимного расположения поверхностей, качество поверхностного слоя.

3. Анализ свойств материала и метода получения заготовки. Предварительная обработка заготовки.

4. Основные схемы базирования детали по операциям: определить черновые и чистовые базы, соблюдаются ли принципы базирования.

№ операции	Наименование базы	Схема базирования

5. План обработки основных поверхностей с указанием средств технического оснащения.

Наименование поверхности	План обработки	Средства технического оснащения

6. Место и назначение термической операции.

7. Перечислить отделочные операции, указать получаемые точность размеров и качество поверхности.

Наименование отделочной операции	Точность обработки, мм	Качество поверхности Ra, мкм

8. Вывод о достаточном использовании средств автоматизации.

2. Разработка маршрута обработки детали

2.1. Исходные данные.

Наименование детали _____

Габаритные размеры _____

Материал детали _____

Вес детали _____

Тип производства _____

2.2. Определяем вид заготовки для данной детали _____

Эскиз детали

Практическая работа №7

Разработка технологического процесса сборки

1. Инструктивная карта

Задание: разработайте технологический процесс сборки сборочной единицы

Цель работы: проанализировать сборочную единицу на технологичность, выбрать необходимые методы достижения заданной точности сборки узла.

Технология выполнения работы:

1. Ознакомить с чертежом сборочного узла и техническими требованиями к нему.
2. Изучить назначение, принцип действия узла. Анализ технологических размерных цепей сборочной единицы с определением всех замыкающих звеньев, точность которых необходимо выдержать при сборке.
3. Проанализировать сборочную единицу на технологичность.
4. Выбрать методы обеспечения точности сборки с учетом точности замыкающего и составляющих звеньев, количества составляющих звеньев размерной цепи, возможного процента несобираемости, конструкции изделия и др.
5. Разработать технологическую схему сборки.
6. Определить сборочные единицы. Определить необходимый перечень работ с учетом анализа конкретных условий, в которых выполняется сборка.
7. Заполнить бланк МК.
8. Разработать содержание операции по переходам с определением необходимого оборудования (приспособлений, инструмента). Заполнить бланк ОК.

Формируемые компетенции:

1. Знание технологических процессов сборки, оборудования, инструментов и приспособлений, состав и содержание технологической документации;
2. Умение определять технологию сборки

Оборудование 1. Сборочные чертежи, спецификации..

Литература для подготовки к практической работе:

1. Технология машиностроения: учебник для студ. высших учеб. заведений / Л. В. Лебедев. - М.: «Академия», 2006. - 528 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя / Под редакцией Косиловой А. Г., Мещерякова Р. К. Т. 2 - М: Машиностроение, 1985.

2.КАРТА ДОПУСКА

1. Технологический процесс сборки разрабатывается подробно:
 - а) при большой программе выпуска ;
 - б) при малой программе выпуска
2. Дополните определение:
«Технологический процесс сборки» – это часть ... , состоящая из совокупности операций, связанных соединением, отвечающие установленным ...
3. На основании каких данных составляется процесс сборки?

4. Как называется сборки готового изделия из сборочных единиц?
 - а) узловая
 - б) общая
5. С чего следует начинать сборку изделия?
 - а) с более сложной размерной цепи
 - б) с более простой размерной цепи
6. Какие данные указывают в прямоугольнике, которым обозначают каждый элемент сборочной единицы?

Крышка	
25	1

7. Перечислите организационные формы сборки

8. Как называется метод, при котором сборка осуществляется без дополнительной обработки деталей? Его достоинства и недостатки.
 - а) с полной взаимозаменяемостью сборочных единиц
 - б) с сортировкой деталей по группам
 - в) с неполной взаимозаменяемостью
 - г) с применением компенсаторов
 - д) с индивидуальной пригонкой деталей по месту.

Приложения

Сборочные работы являются завершающим этапом изготовления машин и оборудования различных производств, который в значительной степени определяет их качество, т.е. заданные выходные параметры, надежность и долговечность и другие эксплуатационные характеристики.

Под сборкой понимают совокупность операций по установке деталей в сборочное положение и соединение их в сборочные единицы в определенной технологической последовательности и проверке взаимодействия их в изделии, соответствующего установленным техническим требованиям.

В машиностроении сборку разделяют на узловую и общую. Под узловой сборкой понимают процесс соединения в определенной технологической последовательности деталей в сборочные единицы, а под общей – сборку готового изделия из сборочных единиц и деталей, а также покупных (комплектующих) изделий. Технологический процесс сборки состоит из операций, переходов, ходов, приемов, установов, позиций.

Собираемостью изделия называют способность сопрягаемых деталей входить при сборке в сборочную единицу, а сборочных единиц – без каких-либо пригоночных работ, не предусмотренных технологическим процессом. Собираемость изделия или сборочных единиц обеспечивают правильным выбором допусков и посадок, обработкой размерных цепей и созданием компенсаторов, позволяющих понизить точность изготовления деталей и упростить сборку.

При разработке технологических процессов сборки решаются следующие задачи:

- а) установление последовательности соединения деталей и сборочных единиц изделия и составление схем узловых и общей сборок, разработка маршрутных процессов сборки;
- б) анализ размерных цепей и выбор метода их расчета, достижение точности замыкающего звена.

Достичь необходимой точности сборки – значит, получить размер замыкающего звена размерной цепи, не выходящий за пределы допускаемых отклонений.

Основными причинами возникновения погрешностей сборки являются: отклонения размеров, формы и расположения поверхностей сопрягаемых деталей, по-

грешности установки и фиксации деталей машины в процессе сборки; низкое качество пригонки и регулировки сопрягаемых деталей; несоблюдение требований сборочной операции (например, нарушение момента затяжки гаек и болтов или последовательности их затяжки), погрешности технологической оснастки и т.п.

Вопросы, связанные с достижением требуемой точности сборки, решают с использованием анализа размерных цепей собираемого изделия. Технологические размерные цепи решают задачу по обеспечению точности при изготовлении машин.

Допуск на замыкающее звено размерной цепи равен:

$$T_u = \sum_{i=1}^{m-1} T_{Ai},$$

где T_{Ai} – допуск i -го звена A ; T_u – допуск замыкающего звена; m – количество звеньев размерной цепи.

Достичь необходимой точности сборки – значит получить размер замыкающего звена размерной цепи, не выходящий за пределы предельных отклонений.

Применяют пять основных методов сборки: 1) с полной взаимозаменяемостью сборочных единиц; 2) с сортировкой деталей по группам; 3) с неполной взаимозаменяемостью; 4) с применением компенсаторов; 5) с индивидуальной пригонкой деталей по месту.

Технологическая схема сборки показывает, в какой последовательности необходимо присоединять друг к другу и закреплять элементы – детали и сборочные единицы, - из которых собирают изделие.

На схеме сборки выделяют базовые компоненты. Каждый компонент изделия на схеме обозначают прямоугольниками разделённым на 3 части, где обозначает следующую информацию.

Наименование компонента	
Номер компонента	Число компонентов

Для сложных узлов целесообразно сначала составить схему для отдельных сборочных единиц в виде различных вариантов последовательности сборки.

Далее их компонуют в одну схему сборки, которая завершается собранным изделием.

В некоторые детали включают и основные материалы (материалы остающиеся в изделии, - припой, лаки, краски и др.) оформляя их на схеме аналогично деталям на схеме возможны дополнительные надписи (например «отрегулировать зазор, совместно сверлить » и т.п.), которые различаются у той сборочной единицы, к которой они относятся.

Анализ технологичности

По разработанной схеме сборки и сборочному чертежу необходимо провести оценку конструкции узла на технологичность. При этом необходимо учесть следующие направления, обеспечивающие технологичность:

- наличие хороших базовых деталей для удобства установки и выполнения сборочных операций.
- возможность одновременной сборки входящих в узел единиц.
- простота входящих конструкций.
- наличие повторяющихся стандартных единиц.
- типичные работы.
- возможность использования меньшего количества инструментов и приспособлений.

При проектировании сборочных операций определяют последовательность и возможность совмещения во времени технологических переходов, выбирают приспособления, инструмент, определяют затраты времени, разряды сборщиков.

Сборочные операции строят по принципу дифференциации и концентрации. Дифференциацию операций используют при поточной сборке, концентрацию – во всех остальных случаях. При концентрации операций технологические переходы выполняют последовательно, параллельно или параллельно-последовательно.

Пример выполнения задания

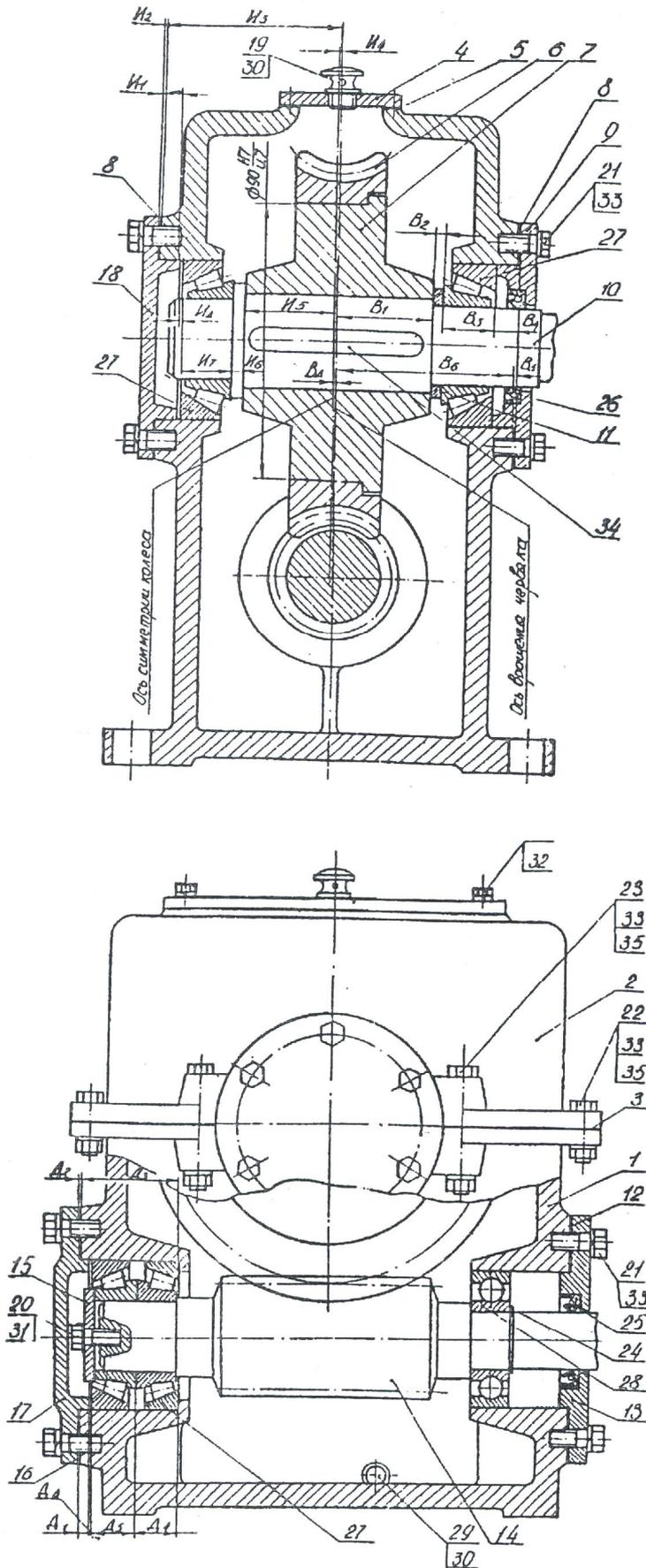


Рис. 8.4. Редуктор червячный

Спецификация деталей червячного редуктора

Поз.	Наименование	Количество
	Документация	
	Сборочный чертеж	
	Детали	
1	Корпус	1
2	Крышка	1
3	Прокладка	1
4	Крышка	1
5	Прокладка	1
6	Венец колеса	1
7	Ступица колеса	1
8	Прокладка	2
9	Крышка	1
10	Вал червячного колеса	1
11	Кольцо	1
12	Прокладка	1
13	Крышка	1
14	Червяк	1
15	Шайба	1
16	Прокладка	1
17	Крышка	1
18	Крышка	1
19	Пробка	1
	Стандартные изделия	
	Болты ГОСТ 7798-70	
20	М6-6g x 10	5
21	М8-6g x 15	24
22	М8-6g x 18	4
23	М8-6g x 40	4
24	Кольцо А20 ГОСТ 13942-68	1
25	Манжета 1-20 x 35-3 ГОСТ 8752-70	1
26	Манжета 1-25 x 35-3 ГОСТ 8752-79	1
27	Подшипник 7205 ГОСТ 333-71	4
28	Подшипник 204 ГОСТ 8338-89	1
29	Пробка М10х1,0 ГОСТ 12202-66	1
30	Прокладка II 10x14x1 ГОСТ 3138-62	1
31	Шайба стопорная 6,5 ГОСТ 3693-81	1
32	Шайба 6 65Г ГОСТ 6402-70	4
33	Шайба 8 65Г ГОСТ 6402-70	32
34	Шпонка 8x7x35 ГОСТ 23360-78	1
35	Гайка М8-6H ГОСТ 3915-10	8

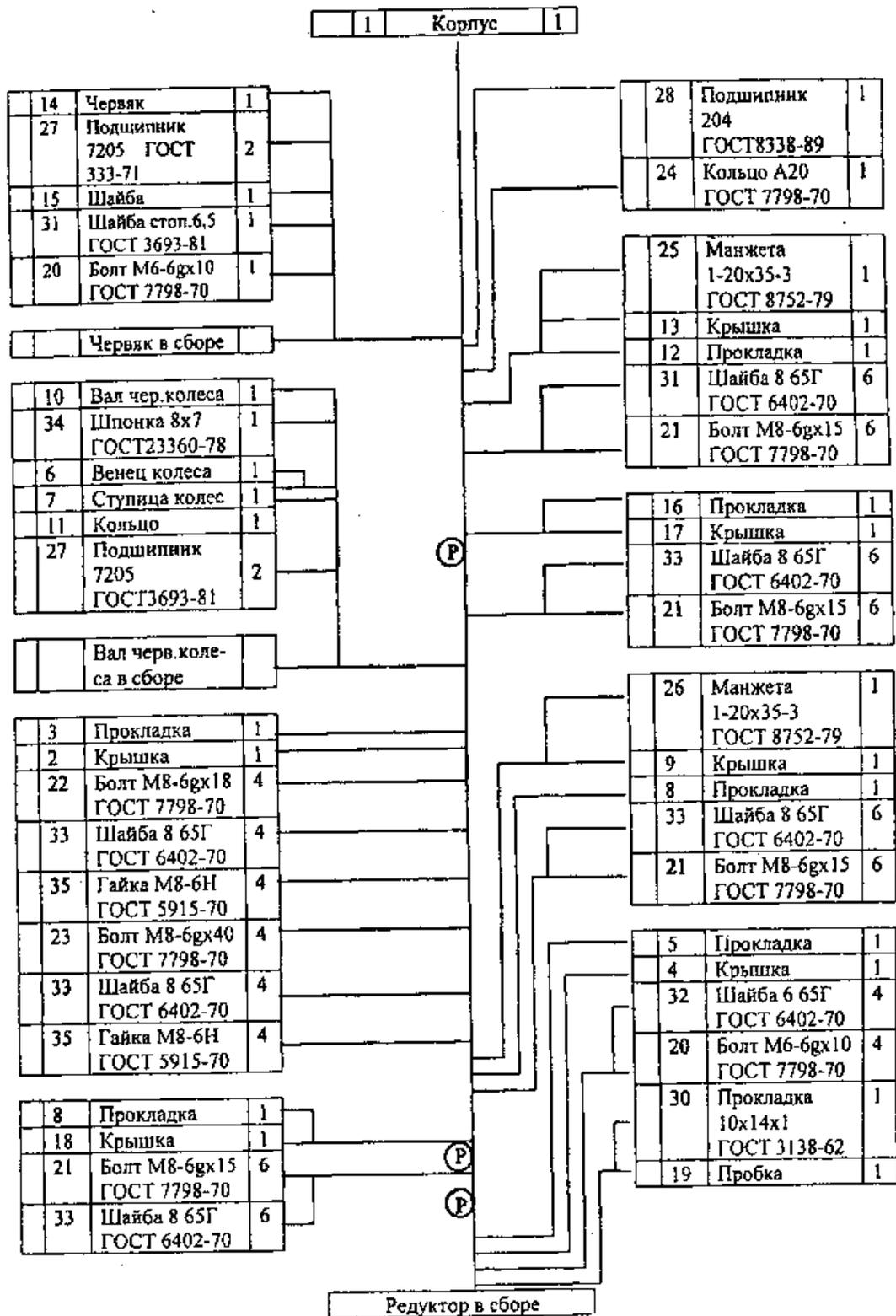


Схема сборки червячного редуктора

3.КАРТА ОТЧЕТА

Разработка технологического процесса сборки

Ход работы:

1. Название сборочного узла _____

2. Описать устройство и принцип действия сборочного узла

3. Анализ сборочной единицы на технологичность

4. Методы обеспечения точности сборки

5. Технологическая схема сборки.

6. Последовательность сборки с указанием используемого инструмента
7. Заполнить маршрутную и операционную карты

Практическая работа №8

Расчет нормы времени на типовую слесарную и сборочную операцию

1. Инструктивная карта

Задание: рассчитайте нормы времени на слесарные и сборочные операции

Цель работы: Приобрести практические навыки в нормировании слесарных и сборочных операций.

Технология выполнения работы:

1. Определить выполняемые в операции переходы и приемы.
2. На каждый переход выбрать нормативное значение оперативного времени ($t_{оп}$), откорректировать при необходимости по нормативам.
3. Рассчитать суммарное значение оперативного времени ($\sum t_{оп}$)
4. Рассчитать время на обслуживание ($t_{обс}$)
5. Рассчитать время на отдых ($t_{отл}$)
6. Рассчитать время подготовительно-заключительное ($t_{пз}$)
7. Рассчитать время штучное ($t_{шт}$)
8. Заполнить бланк О.К.

Формируемые компетенции:

- 1 Знание технологических процессов сборки, оборудования, инструментов и приспособлений, состав и содержание технологической документации;
2. Умение определять технологию сборки, норму времени на слесарные и слесарно-сборочные операции.

Оборудование 1. Сборочные чертежи, спецификации.

2. Схема сборки

3. Спроектированная операция

Литература для подготовки к практической работе:

1. Технология машиностроения: учебник для студ. высших учеб. заведений / Л.В. Лебедев. - М.: «Академия», 2006. - 528 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя / Под редакцией Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. Т.2 - М: Машиностроение, 1985.

2.КАРТА ДОПУСКА

1. Как называется совокупность методов и приемов по выявлению резервов рабочего времени и установлению необходимой меры труда?

- а) норма времени
- б) техническое нормирование труда
- в) машинное время

2. Как называется регламентированное время выполнения определенного объема работ в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями определенной квалификации?

- а) норма времени
- б) техническое нормирование труда
- в) машинное время

3. Укажите условное обозначение времени, затрачиваемого на подготовку рабочего и средств производства к выполнению операции и приведение рабочего места в исходное состояние после выполнения операции:

- а) Тв
- б) Тпз
- в) Тобслуж

4. Укажите условное время, равное сумме основного и вспомогательного времени:

- а) Топ
- б) Тотл
- в) Тшт

5. Запишите особенности нормирования слесарных работ

Приложение

В зависимости от назначения слесарные работы могут подразделяться на слесарно-заготовительные (правка, разметка...), слесарно-инструментальные (доводка, шабрение...), слесарно-сборочные (присоединительные, регулировочные...).

Техническая норма времени на слесарные работы устанавливается на основе нормативов аналитически-расчетным методом.

При расчетах нормы штучного времени на слесарные работы в условиях мелкосерийного и единичного производства исходит из расчленения операции на два укрупненных комплекса: комплекс приема на деталь и комплекс приемов, связанных с операцией. Суммарное время на выполнение этих двух комплексов составляет оперативное время ($t_{оп}$), которое не подразделяется на основное ($t_о$) и вспомогательное ($t_в$).

Время на обслуживание ($t_{обс}$) и время на отдых ($t_{отл}$) определяются в процентах от оперативного времени ($t_{оп}$).

Для сборочных операций норма штучного времени ($t_{шт}$) включают время оперативное, время на отдых, время на обслуживание, время подготовительно-заключительное ($t_{пз}$), которые рассчитываются в процентах от времени оперативного.

При наличии несоответствия условий выполнения операции условием нормативным необходимо корректировать нормативную величину затрат времени с помощью нормативных коэффициентов уточнения.

Расчет времени на обслуживание

Расчет времени на отдых и личные надобности

Расчет подготовительно-заключительного времени

Расчет штучного времени

Практическая работа №9

Планировка участка механического цеха

1. Инструктивная карта

Задание: выполните планировку механического цеха с учетом требований основных правил и норм.

Цель работы: выполнить планировку участка механического цеха

Технология выполнения работы:

(Работа выполняется на листе миллиметровой бумаги формата А1 в масштабе 1:100, 1:50 .)

1. Изобразить ряд колонн.
2. По отношению к ряду колонн расположить оборудование (в виде темплетов), соблюдая нормативные расстояния между станками и колоннами, в ряду и между рядами.
3. Обвести темплеты, создав изображение (при рациональном использовании площади).
4. Выполнить планировку каждого рабочего места (шкафчик для инструмента, деталей, заготовок, емкость для стружки ...).
5. Расположить на участке место для заготовок, готовых деталей, место мастера, место контролера.
6. Выбрать и изобразить средства для транспортировки деталей, стружки.
7. Проставить нормативные размеры расстояний, размеры длины и ширины участка.
8. Рассчитать площадь участка (S_0), рассчитать удельную площадь ($S_{уд}$).
9. Нанести условные обозначения, спецификацию.
10. Заполнить штамп угловой надписи.

Формируемые компетенции:

1. Умение проектировать участки механических цехов;
2. Применение основных правил и норм, действующих при расположении оборудования на участке.

- Оборудование** 1. Методическое пособие для выполнения планировки участка.
2. Каталоги металлорежущих станков.

Литература для подготовки к практической работе:

1. Технология машиностроения: учебник для студ. высших учеб. заведений / Л. В. Лебедев. - М.: «Академия», 2006. - 528 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя / Под редакцией Косиловой А. Г., Мещерякова Р. К. Т. 2 - М: Машиностроение, 1985.
3. Методические указания по выполнению планировки

2.КАРТА ДОПУСКА

1. Как называется изделие, предназначенное для собственных нужд предприятия?
 - а) изделие основного производства
 - б) изделие вспомогательного производства
2. Чему равен шаг колонн на планировке станков?
 - а) 10 м
 - б) 12 м
 - в) 8 м
3. От чего зависит выбор средств уборки стружки?
 - а) материала обрабатываемой детали
 - б) применяемых станков
 - в) типа производства
 - г) расположения станков на участке
4. Выберите средство для межоперационного транспортирования детали:
вал (масса 4 кг, крупносерийное производство).

5. Выберите средство для межоперационного транспортирования детали:
корпус (масса 1,5 кг, единичное производство).

6. Какие средства для уборки стружки применяют в среднесерийном производстве?
 - а) специальные устройства шнекового, скребкового типа
 - б) щетки-сметки
 - в) ящики для стружки
7. Какие противопожарные средства должны быть указаны на планировке?

Приложение

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, точные, 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 прямоточность 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.

Задания для выполнения планировки участка

Вариант 1

Спроектировать участок механического цеха для обработки детали – вал.
Производство – крупносерийное.

№ операции	Наименование операции	Модель станка	Количество станков
1	Фрезерно-центровальная	МР76М	1
2	Токарно-многорезцовая	1719	2
3	Токарно-многорезцовая	1719	2
4	Шпоночно-фрезерная	6Д91	1
5	Шлицефрезерная	3451	2
6	Шлифовальная	3М175	2
7	Суперфинишная	3872Б	1

Вариант 2

Спроектировать участок механического цеха для обработки детали – зубчатое колесо
Производство – массовое

№ операции	Наименование операции	Модель станка	Количество станков
1	Сверлильная	2М55	1
2	Протяжная	7Б67	1
3	Токарная	1К282	1
4	Токарная	1713	1
5	Зубофрезерная	5С277П	6
6	Зубозакругляющая	5Н580	2
7	Зубошевинговальная	5702	2
8	Внутришлифовальная	3К227	2

Вариант 3

Спроектировать участок механического цеха для обработки детали – зубчатое колесо
Производство – среднесерийное.

№ операции	Наименование операции	Модель станка	Количество станков
1	Токарно-револьверная	1365	3
2	Токарно-винтовая	16К20	2
3	Токарно-винтовая	16К20Ф3	1
4	Зубофрезерная	5С277П	3
5	Зубошевинговальная	5702	2
6	Внутришлифовальная	3К227	1

Вариант 4

Спроектировать участок механического цеха для обработки детали – корпус
Производство – крупносерийное.

№ операции	Наименование операции	Модель станка	Количество станков
1	Фрезерная	6А23	2
2	Фрезерная	6Р12К	6
3	Многоцелевая	6904ВМФ2	1
4	Шлифовальная	3Ш182	2

Вариант 5

Спроектировать участок механического цеха для обработки детали – диск
Производство – массовое.

№ операции	Наименование операции	Модель станка	Количество станков
1	Токарная	1708	6
2	Токарная	1234	4
3	Фрезерно-многоцелевая	6Б76ПМФ4	2
4	Сверлильная	21104П7Ф11	1

Вариант 6

Спроектировать участок механического цеха для обработки детали – корпус
Производство – среднесерийное.

№ операции	Наименование операции	Модель станка	Количество станков
1	Фрезерная	6P12	6
2	Сверлильная	2M57	2
3	Фрезерно-сверлильная	6P13PФ3	3
4	Расточная	2620B	3

Вариант 7

Спроектировать участок механического цеха для обработки детали – диск
Производство – среднесерийное.

№ операции	Наименование операции	Модель станка	Количество станков
1	Токарно-револьверная	1П371	5
2	Токарная	16K20	3
3	Токарная	16K20Ф3	2
4	Сверлильная	2Н135	1
5	Фрезерная	6P80	2
6	Шлифовальная	3А10П	4

Вариант 8

Спроектировать участок механического цеха для обработки детали – вал.
Производство – крупносерийное.

№ операции	Наименование операции	Модель станка	Количество станков
1	Фрезерно-центровальная	MP76M	1
2	Токарно-многорезцовая	1719	2
3	Токарно-многорезцовая	1719	2
4	Шпоночно-фрезерная	6Д91	1
5	Шлицефрезерная	3451	2
6	Шлифовальная	3M175	3
7	Суперфинишная	3872Б	2

Вариант 9

Спроектировать участок механического цеха для обработки детали – вал.
Производство – среднесерийное.

№ операции	Наименование операции	Модель станка	Количество станков
1	Токарная	16K20	2
2	Токарная	16K20Ф3	1
3	Фрезерная	6P81Г	2
4	Сверлильная	2Н125	1
5	Токарная	16K20	3
6	Кругло шлифовальная	3А150	1

Вариант 10

Спроектировать участок механического цеха для обработки детали – втулка
Производство – среднесерийное.

№ операции	Наименование операции	Модель станка	Количество станков
1	Токарно-револьверная	1Н318	4
2	Токарная	16К20Ф3	1
3	Сверлильная	НС12	2
4	Фрезерная	676П	2
5	Шлифовальная	3К227	3
6	Шлифовальная	3Е12	2

Литература:

Основные источники:

1. Технология машиностроения: учебник для студ. высших учеб. заведений / Л. В. Лебедев. - М.: «Академия», 2006. - 528 с.
4. Колесов И. М. Основы технологии машиностроения. - М.: Высшая школа, 2001.
5. Данилевский В. В. Технология машиностроения. - М.: Высшая школа, 1984.
6. Силантьева Н. Л., Малиновский В. Р. Техническое нормирование труда в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1990.
- Гоцеридзе Р. М. Процессы формообразования и инструменты. - М.: Издательский центр «Академия», 2007.
7. Гельфгат Ю. Н. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения. - М.: Высшая школа, 1986.
8. Данилевский В. В., Гельфгат Ю. Н. Лабораторные работы и практические задания по технологии машиностроения. - М.: Высшая школа, 1988.
9. Справочник технолога-машиностроителя / Под редакцией Косиловой А. Г., Мещерякова Р. К. Т. 2 - М.: Машиностроение, 1985.
10. Режимы резания металлов. Справочник / Под редакцией Барановского Ю. В. - М.: Машиностроение, 1972.
8. Каталоги металлорежущих станков.
9. Методические указания по выполнению планировки.
10. Общемашиностроительные нормативы времени слесарных и слесарно-сборочных работ.

Дополнительные источники:

1. Горбунов Б. И. Обработка металлов резанием, металлорежущий инструмент и станки. - М.: Машиностроение, 1981.
2. Филиппов Г. В. Режущий инструмент. - М.: Машиностроение, 1981.
3. Марков А. И. Ультразвуковая обработка материалов. - М.: Машиностроение, 1980.
4. Рыкалин Н. Н. и др. Лазерная обработка материалов. - М.: Машиностроение, 1980.
5. Суворов А. А., Зайдлин Г. С., Стискин Г. М. Металлорежущие инструменты. Альбом. Учебное пособие для машиностроительных техникумов. - М.: Машиностроение, 1979.
6. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках ЦБПНТ - М.: Машиностроение, 1974.