

**Министерство образования и науки Ульяновской области
Областное государственное бюджетное образовательное учреждение
среднего профессионального образования
«Димитровградский технический колледж»**

**Методические указания для выполнения
контрольной работы
по МДК 01.01: «Технологические процессы
изготовления деталей машин»**

Димитровград, 2014

Рязанов В.М. Методические указания для выполнения контрольной работы по МДК 01.01: «Технологические процессы изготовления деталей машин» для студентов-заочников специальности 151901- технология машиностроения. / В.М. Рязанов - Димитровград: ДТК, 2014.-33 с.

Данные указания предназначены для оказания помощи при выполнении контрольной работы. Изложена методика выполнения контрольной работы.

Рецензент-заведующий кафедрой: «Технология машиностроения»
ДИТИ НИЯУ МИФИ доцент С.Н. Власов

Содержание

1. Общие методические указания	2
2. Содержание МДК 01.01: «Технологические процессы изготовления деталей машин»	3
3. Теоретическое задание на контрольную работу	26
4. Практическое задание на контрольную работу	27
5. Методические указания для выполнения практического задания	29
Литература	32

1. Общие методические указания

Программа **МДК 01.01: «Технологические процессы изготовления деталей машин»** предназначена: для изучения конструкторской документации при разработке технологических процессов изготовления деталей, выбора методов получения заготовок и схем их базирования, разработке маршрутов изготовления деталей и проектирования технологических операций.

Целью дисциплины является привитие студентам-заочникам практических навыков проводить контроль соответствия качества деталей требованиям технической документации.

В результате изучения дисциплины студент должен знать: служебное назначение и конструктивно-технологические признаки детали, условия выбора заготовок и способы их получения, правила отработки конструкции детали на технологичность, технологические возможности металлорежущих станков, назначение станочных приспособлений, методику проектирования технологического процесса изготовления детали, структуру штучного времени, назначение и виды технологических документов.

Основным методом изучения **МДК 01.01: «Технологические процессы изготовления деталей машин»** является самостоятельная работа студентов в соответствии с данными методическими указаниями, при этом для полного и успешного усвоения дисциплины предусматриваются следующие виды занятий:

- самостоятельное выполнение одной контрольной работы;
- выполнение практических работ;
- проработка материала по основным вопросам курса на обзорных занятиях и консультациях в течение учебного года или в период лабораторно-экзаменационных сессий.

Содержание МДК 01.01: «Технологические процессы изготовления деталей машин»

Тема 1.1 Технология изготовления деталей

1.Заготовки деталей машин

Типы заготовок в машиностроении. Методы получения заготовок давлением, литьем, сваркой. Расчет размеров заготовок и разработка чертежей. Предварительная обработка размеров заготовок: правка, отрезка, подрезание торцов, центрирование. Виды термической обработки заготовок.

2. Базирование изделий в машиностроении

Способы базирования заготовок в приспособлении. Схемы базирования типовых деталей. Количество баз, необходимых для базирования. Погрешности, связанные с выбором баз.

3. Технологичность конструкций изделий машиностроения

Технологичность конструкций. Отработка конструкции изделия на технологичность. Показатели технологичности и их определение.

4. Основы проектирования технологических процессов механической обработки

Основные понятия и положения. Формы организации технологических процессов и их разработка. Виды технологических документов. Требования ЕСКД и ЕСТД к оформлению технической документации.

5. Этапы проектирования технологических процессов механической обработки

Анализ исходных данных. Выбор типа производства. Выбор заготовок и исходных размеров заготовки. Выбор технологических баз. Установление маршрута обработки отдельных поверхностей. Проектирование технологического маршрута изготовления детали. Выбор типа оборудования, приспособлений, режущего и мерительного инструмента. Расчет припусков поверхностей детали. Проектирование структуры операций. Расчет режимов резания. Техническое нормирование операций.

6. Технологические процессы механической обработки типовых деталей
Выбор заготовки типовых деталей, в зависимости от типа производства. Технология производства валов, втулок, дисков, фланцев, шестерен.

Литература: [1], [4], [5], [9], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22]

Практическая работа №1

Выбор исходной заготовки и расчет ее себестоимости

Практическая работа №2

Расчет припусков на заготовку (отливка, штамповка, прокат)

Практическая работа №3

Составление маршрута обработки на типовую деталь

Теоретические сведения

1. В машиностроении используют заготовки, получаемые литьем, обработкой давлением, прокаткой, сваркой, а также из пластмасс и порошковых материалов. Современное заготовительное производство располагает возможностью формировать заготовки самой сложной конфигурации и самых различных размеров и точности. Литьем получают заготовки практически любых размеров как простой, так и очень сложной конфигурации. При этом отливки могут иметь сложные внутренние полости с криволинейными поверхностями, пересекающимися под различными углами. Точность размеров и качество поверхности зависят от способа литья. Некоторыми специальными способами литья (литье под давлением, по выплавляемым моделям) можно получить заготовки, требующие минимальной механической обработки.

Отливки можно изготавливать практически из всех металлов и сплавов. Механические свойства отливки в значительной степени зависят от условий кристаллизации металла в форме. В некоторых случаях внутри стенок возможно образование дефектов (усадочные рыхлоты, пористость, горячие и холодные трещины), которые обнаруживаются только после черновой механической обработки при снятии литейной корки. Обработкой металлов давлением получают машиностроительные профили, кованные и штампованные заготовки.

Машиностроительные профили изготавливают прокаткой, прессованием, волочением. Эти методы позволяют получить заготовки, близкие к готовой детали по поперечному сечению (круглый, шестигранный, квадратный прокат; сварные и бесшовные трубы). Прокат выпускают горячекатаный и калиброванный. Профиль, необходимый для изготовления заготовки, можно прокалибровать волочением. При изготовлении деталей из калиброванных профилей возможна обработка без применения лезвийного инструмента.

Ковка применяется для изготовления заготовок в единичном производстве. При производстве очень крупных и уникальных заготовок (массой до 200...300 т) ковка - единственный возможный способ обработки давлением. Штамповка позволяет получить заготовки, более близкие по конфигурации к готовой детали (массой до 350...500 кг). Внутренние полости поковок имеют более простую конфигурацию, чем отливок, и располагаются только вдоль направления движения рабочего органа молота (пресса). Точность и качество заготовок, полученных холодной штамповкой, не уступают точности и качеству отливок, полученных специальными методами литья.

Сварные заготовки изготавливают различными способами сварки, от электродуговой до электрошлаковой. В ряде случаев сварка упрощает изготовление заго-

товки, особенно сложной конфигурации. Слабым местом сварной заготовки является сварной шов или околошовная зона. Как правило, их прочность ниже, чем основного металла. Кроме того, неправильная конструкция заготовки или технология сварки могут привести к дефектам (коробление, пористость, внутренние напряжения), которые трудно исправить механической обработкой.

Перспективно в настоящее время получение заготовок из пластмасс и порошковых материалов. Характерной особенностью таких заготовок является то, что они по форме и размерам могут соответствовать форме и размерам готовых деталей и требуют лишь незначительной, чаще всего отделочной обработки.

2. При выполнении любой технологической операции изготовления детали можно выделить три этапа:

- *Установка* заготовки в станочном приспособлении или непосредственно на столе (планшайбе) станка.

Установку заготовок в приспособлениях без выверки применяют в серийном и массовом производствах при обработке их партиями с одной наладки. Установка заготовок в приспособлениях или на столе станка с выверкой их положения по разметочным рискам или по поверхности заготовки используется в мелкосерийном и единичном производствах.

- *Настройка* технологической системы станок – заготовка – инструмент для выполнения операции.
- *Обработка* заготовки – непосредственное воздействие на заготовку с целью изменения ее состояния.

Первый этап (установка) включает следующие действия:

— *базирование* заготовки – ориентацию заготовки в системе координат станочного приспособления или непосредственно на станке;

— *закрепление* заготовки с целью сохранения (фиксации) положения, достигнутого при базировании;

— *установка приспособления* (ориентация + фиксация) вместе с закрепленной в нем заготовкой относительно рабочих органов станка, несущих инструмент.

Требуемое положение заготовки относительно выбранной системы координат достигается наложением ограничений на перемещение заготовки в пространстве – созданием стационарных позиционных связей между элементами заготовки и координатными плоскостями.

Технологические базы – поверхности, их сочетания, оси симметрии элементов, точки, принадлежащие заготовке и служащие для ее базирования при выполнении технологической операции.

От верности решения задачи выбора технологических баз в значительной степени зависят: обеспечение точности размеров, взаимного расположения обрабатываемых поверхностей заготовки и, в конечном итоге, поверхностей детали; сложность конструкций станочных приспособлений; количество операций технологического процесса и количество технологических переходов; производительность операций. Иными словами выбор технологических баз определяет технико-

экономические показатели процесса изготовления детали – трудоемкость, себестоимость.

Правило шести точек

Для полного базирования заготовки, рассматриваемой как твердое тело, в приспособлении или непосредственно на столе станка необходимо и достаточно шести опорных точек, расположенных определенным образом на технологических базах заготовки.

Принцип постоянства баз

Формулировка принципа:

При разработке технологического процесса необходимо стремиться к использованию одних и тех же технологических баз (не считая черновых), не допуская смены технологических баз без особой необходимости.

Принцип единства баз

Под единством баз подразумевается совмещение измерительных и технологических баз при обработке заготовок.

Принцип единства баз формируется следующим образом:

При назначении технологических баз заготовки следует принимать в качестве технологических баз элементы детали, являющиеся измерительными базами.

Классификация технологических баз

Технологические базы имеют четыре классификационных признака:

- количество лишаемых степеней свободы;
- характер проявления;
- реализация;
- хронология использования в технологическом процессе.

Схема классификации представлена на рисунке 1.

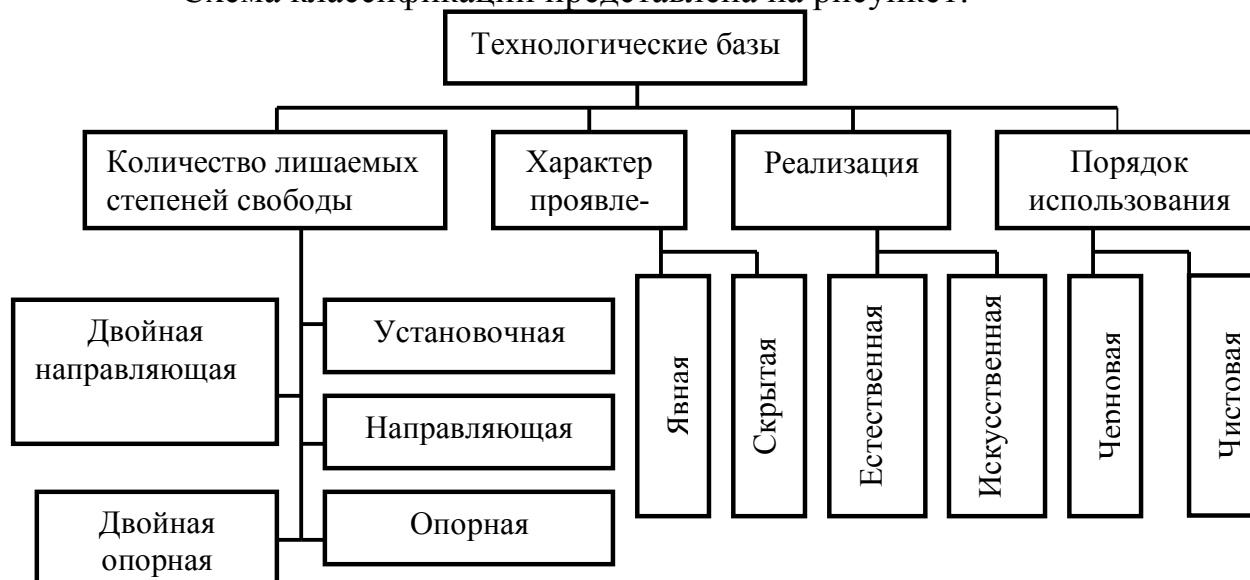


Рис.1. Классификация технологических баз

Явные технологические базы – реальные базовые элементы конфигурации заготовки (поверхности или их сочетания).

Скрытые технологические базы – воображаемые плоскости, линии, точки (плоскости и оси симметрии, осевые линии конструктивных элементов, биссектрисы углов, центровые точки), используемые в качестве технологических баз на теоретической схеме базирования.

Естественные базы – реальные элементы конструкции заготовки, используемые в качестве технологических баз.

Искусственные базы – дополнительные элементы, создаваемые на заготовке для реализации теоретической схемы базирования и не выполняющие функционального назначения в конструкции детали (центровые отверстия у валов, специальные приливы и платики у корпусных деталей, отверстия под установочные пальцы);

Черновые технологические базы – базы, используемые на первом установе механической обработки исходной заготовки. Черновые базы указывают на чертеже заготовки.

Чистовые технологические базы – базы, используемые при дальнейшей обработке заготовки.

Общие рекомендации по выбору черновых технологических баз:

- В качестве черновых технологических баз (ЧТБ) следует выбирать поверхности заготовки, которые являются основными конструкторскими базами или исполнительными поверхностями детали.
- ЧТБ должны использоваться только один раз – при выполнении операции подготовки чистовых технологических баз. Исключением могут быть заготовки высокой точности.
- ЧТБ должны иметь размеры, достаточные для обеспечения устойчивого положения заготовки. Не следует использовать поверхности, на которых расположены прибыли и литники, швы в местах разъема опок и пресс-форм в отливках и линии разъема штампов в поковках.
- ЧТБ должны иметь возможно более высокую точность размеров и положения, возможно более низкую шероховатость.
- Базовые поверхности должны располагаться как можно ближе к обрабатываемым поверхностям.

3. Под технологичностью конструкции изделия (ТКИ) понимается совокупность свойств конструкции, которые обеспечивают изготовление, ремонт, техническое обслуживание изделия с наименьшими затратами при заданном качестве и принятых условиях изготовления, техобслуживания и ремонта (ГОСТ 14.201-83).

Отработка изделия на ТКИ представляет собой одну из наиболее сложных функций технологической подготовки производства. Обязательность отработки

на ТКИ на всех стадиях их создания устанавливаются государственными стандартами.

Термины и определения ТКИ установлены ГОСТ 14.201-83 и ГОСТ 14.205-83.

Различают технологичность:

- 1) производственную;
- 2) эксплуатационную;
- 3) при техническом обслуживании;
- 4) ремонтную;
- 5) заготовки;
- 6) детали;
- 7) сборочной единицы;
- 8) по процессу изготовления;
- 9) по форме поверхности;
- 10) по размерам;
- 11) по материалам.

ТКИ – это комплекс требований, содержащий 22 показателя, характеризующих технологическую рациональность конструктивных решений. Их можно разделить на две группы: качественные и количественные характеристики.

К качественным показателям относятся:

- взаимозаменяемость узлов и деталей;
- регулируемость конструкции;
- контролепригодность;
- инструментальная доступность.

К количественным показателям относятся:

- а) основные – трудоемкость изделия, технологическая себестоимость, уровень технологичности по трудоемкости, уровень по себестоимости;
- б) дополнительные – относительные трудоемкости видов работ, коэффициент взаимозаменяемости, материалоемкость, энергоемкость, коэффициенты унификации, стандартизации, точности, шероховатости и т.д.

Количественные показатели применяют в четырех случаях:

- 1) для сравнительной оценки вариантов конструкции;
- 2) для определения уровня технологичности;
- 3) для накопления статистических данных с целью последующего определения базовых показателей;
- 4) для построения математических моделей с целью прогнозирования технического развития конструкции изделий.

Требования к технологичности конструкции изделий должны быть тесно увязаны с технологическими возможностями предприятия-изготовителя, которые зависят от типа производства.

4. Основы проектирования технологических процессов изготовления деталей

Исходная информация для проектирования ТП

1. Базовая информация (конструкторская документация)
2. Руководящая информация (программа выпуска изделий, номенклатура и т.п.)
3. Справочная информация (справочники, каталоги, картотеки, инструкции и т.п.)

Основные этапы разработки ТП изготовления изделий

1. Критический анализ служебного назначения чертежа изделия и анализ технических требований
2. Определение типа и организационной формы производства
3. Отработка конструкции изделия на технологичность
4. Расчет и выбор вида заготовки
5. Назначение вида обработки каждой отдельной поверхности, определение установов, переходов. Разработка несколько вариантов маршрутных ТП
6. Выбор схемы обработки (количество рабочих ходов, оптимальная траектория обработки), уточнение структуры ТО
7. Выбор оптимального варианта маршрутного ТП, согласно точностного и экономического анализа
8. Выбор и назначение оборудования, приспособлений, режущего, вспомогательного и мерительного инструментов
9. Расчет и назначение межпереходных (межоперационных) припусков
10. Расчет режимов резания
11. Нормирование операций ТП
12. Оформление ТП в технологической документации

5. Разработка маршрутного ТП изготовления детали

Технологический маршрут обработки заготовки разрабатывается следующим образом:

1. Выбирается методы обработки поверхностей
2. Назначается число и последовательность установов и переходов в технологических операциях
3. Определяют содержание операции
4. Определяют типаж применяемого оборудования

Этапы ТП изготовления детали

В зависимости от точности исходной заготовки и точности детали изготовление поверхностей осуществляют в 2 или 3 этапа.

На первом этапе осуществляется предварительная (черновая) обработка поверхностей детали. Цель этой обработки происходит приближение формы заготовки к форме детали.

На втором этапе осуществляется окончательная (чистовая) обработка большинства поверхностей детали.

На третьем этапе осуществляется окончательная (отделочная) обработка поверхностей детали, которым необходима повышенная точность и (или) высокое качество (шероховатость).

Рассмотрим все эти этапы на блок-схеме ТП изготовления детали.

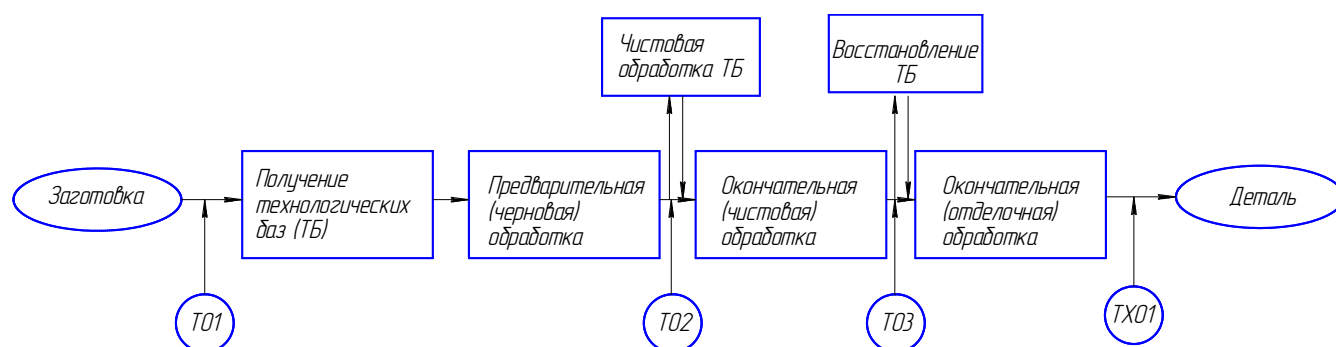


Рис. 1 Блок-схема ТП изготовления детали

На блок-схеме ТП изготовления детали показана последовательность изготовления детали.

При проектировании ТП очень важно правильно разместить термообработку (ТО) заготовки, а также необходимо учитывать, что после определенной термообработки необходимо производить чистовую обработку и восстановление технологических баз (ТБ).

ТО1-означает термическую операцию (нормализация и отпуск), которая позволяет улучшить структуру материала, для того, чтобы повысить обрабатываемость заготовки.

ТО2-означает термическую операцию (отжиг или старение), которая позволяет стабилизировать структуру материала, применяется для наиболее ответственных деталей.

ТОЗ-означает термическую операцию (закалка и отпуск), которая позволяет повысить качество структуры материала, применяется для деталей, которым необходима повышенная твердость и износостойкость. Включает в свой состав и ТХО.

ТХО - означает термохимическую операцию (насыщение поверхностного слоя углеродом и (или) азотом и закалка ТВЧ), которая позволяет повысить качество поверхностного слоя структуры материала, применяется для деталей, которым необходима повышенная износостойкость и прочность. Различают следующие виды ТХО:

1. Цементация - насыщения поверхностного слоя углеродом, глубина цементуемого слоя может достигать от 0,5-2 мм
2. Азотирование - насыщения поверхностного слоя азотом, глубина азотируемого слоя может достигать от 0,1-0,4 мм
3. Нитроцементация - насыщения поверхностного слоя углеродом и азотом

Стали марок 15, 20, 15Х, 18ХГТ, 30ХГТ – хорошо подвергаются цементации, Стали марок 40Х, 40ХФА, 40ХГМ – хорошо подвергаются азотированию

Рекомендации по последовательности изготовления поверхностей детали:

1. В первую очередь необходимо изготавливать технологические базы, затем наиболее ответственные, основные поверхности
2. При невысокой точности заготовки, в первую очередь следует обрабатывать основные поверхности, которые имеют наибольшие припуски, для снятия дефектного поверхностного слоя материала.
3. Операции обработки поверхностей имеющих второстепенное значение (канавки, фаски и т.п.) следует выполнять в конце ТП, но до операций окончательной обработки
4. Наиболее ответственные и повреждаемые поверхности необходимо выполнять в конце ТП.

Выбор технологических баз осуществляется в следующей последовательности:

1. Сначала выбирают ТБ для обработки большинства поверхностей, при этом следует придерживаться следующих основных положений:
 - а) В максимальной степени использовать принцип совмещения и постоянства баз
 - б) При отсутствии у заготовок надежных ТБ следует создать искусственные базы
2. Затем выбирают (черновую) ТБ для первой операции. При обработке заготовки полученной литьем или ковкой, «черновые» ТБ можно использовать только 1 раз.

Проектирование технологической операции (ТО) выполняется в следующей последовательности:

1. Разработка структуры операции
2. Составление схем наладок (технологические эскизы)
3. Расчет межоперационных размеров, настроечных размеров, расчет точности
4. Расчет припусков на механическую обработку
5. Определение норм времени и сопоставление времени с тактом выпуска (для уточнения типа производства)

При разработке структуры операции используют концентрацию и дифференциацию переходов и операций.

Концентрацией ТО - называется соединение большого количества переходов в одну сложную операцию, поэтому ТП состоит из небольшого числа сложных операций.

Преимущества концентрации операций:

1. Она позволяет повысить точность взаимного положения поверхностей при обработке заготовки с одного установа
2. Она повышает производительность обработки за счет сокращения основного технологического времени (T_o) путем совмещения переходов, а также позволяет сократить вспомогательное время (T_v)
3. Позволяет сократить цикл обработки заготовки и объем незавершенного производства.

Недостатки концентрации операций:

1. Сложность оборудования, приспособлений, вспомогательного и режущего инструментов.
2. Высокая квалификация рабочих

Концентрация операций и переходов применяется во всех типах производства.

Дифференциацией ТО - называется построение ТО из небольшого количества простых переходов, поэтому ТП состоит из большого числа простых операций.

Преимущества дифференциации операций:

1. Она позволяет отделить предварительную обработку от окончательной
2. Она позволяет осуществить более рациональное использование оборудования, приспособлений, вспомогательного и режущего инструментов
3. Низкая квалификация рабочих

Недостатки концентрации операций:

1. Увеличение общего количества операций и следовательно увеличение цикла обработки

Дифференциация операций и переходов применяется в среднесерийном, крупносерийном и массовом типах производства.

Кроме этого структура ТО имеет следующие признаки:

1. По количеству одновременно обрабатываемых заготовок:
 - a) в одноместных приспособлениях
 - b) в многоместных приспособлениях
2. По количеству используемого режущего инструмента:
 - a) одноинструментальная обработка поверхностей
 - b) многоинструментальная обработка поверхностей
3. По последовательности использования инструмента:
 - a) последовательная обработка поверхностей
 - b) параллельная обработка поверхностей
 - c) последовательно- параллельная обработка поверхностей

6. Наружные и внутренние цилиндрические поверхности и прилегающие к ним торцы образуют детали типа тел вращения.

Детали – тела вращения делят на три типа в зависимости от соотношения длины детали L к наибольшему наружному диаметру D . При $L/D > 1$ это валы оси, шпиндели, штоки, шестерни, гильзы, стержни и т.п.; при $2 > L/D > 0,5$ включительно – втулки, стаканы, пальцы, барабаны и др.; при $L/D < 0,5$ включительно – диски, кольца, фланцы, шкивы и т.п.

Производительность механической обработки валов во многом зависит от вида заготовки, ее материалов, размера и конфигурации, а также от характера производства. Заготовки получают отрезкой от горячекатаных или холодноотянутых нормальных прутков и непосредственно подвергают механической обработке.

Заготовки такого вида применяют в основном в мелкосерийном и единичном производстве, а также при изготовлении валов с небольшим количеством ступеней и незначительными перепадами их диаметров.

В производстве с более значительным масштабом выпуска, а также при изготовлении валов более сложной конфигурации с большим количеством ступеней, значительно различающихся по диаметру, заготовки целесообразно получать методом пластической деформации. Эти методы (ковка, штамповка, периодический прокат, обжатие на ротационно-ковочных машинах, электровысадка) позволяют получать заготовки по форме и размерам наиболее близкие к готовой детали, что значительно повышает производительность механической обработки и снижает металлоемкость изделия.

Выбор наиболее рационального способа получения заготовки в каждом отдельном случае определяется комплексно с учетом технико-экономической целесообразности. С увеличением масштабов выпуска особое значение приобретают эффективность использования металлов и сокращение трудоемкости механической обработки. Поэтому в крупносерийном и массовом производстве преобладают

методы получения заготовок с коэффициентом использования металлов от 0,7 и выше (отношение массы детали к норме расхода металла), достигающего в отдельных случаях до 0,95. Полые валы целесообразно изготавливать из труб.

Детали, имеющие поверхности вращения (цилиндрические, наружные, фасонные, цилиндрические внутренние и др.) обрабатывают на различных станках: токарной группы (токарно-винторезные, токарно-карусельные, токарно-револьверные, одношпиндельные и многошпиндельные полуавтоматы и автоматы, станки для тонкого точения и др.); шлифовальной группы (круглошлифовальные, бесцентрово-шлифовальные, притирочные, полировальные и т.п.). Станки этих групп применяют как обычные, так и с числовым программным управлением (ЧПУ).

Наиболее распространенным методом обработки цилиндрических наружных поверхностей является точение резцом (резцами).

При установке и обработке длинных заготовок валов, осей, стержней и тому подобных в качестве дополнительной опоры, повышающей жесткость технологической системы, применяют люнеты (подвижные и неподвижные).

Для точения цилиндрических поверхностей и поверхностей, прилегающих к ним и ограничивающих их длину (торцы, уступы, канавки, радиусы и т.п.), применяют проходные, подрезные (прямые и отогнутые), отрезные, канавочные и другие резцы с напайными пластинами из быстрорежущей стали или твердых сплавов и композиционных материалов.

При токарной обработке различают точение:

а) черновое (или обдирочное) – с точностью обработки IT13...IT12 с шероховатостью поверхности до $Ra = 6,3$ мкм;

б) получистовое – IT12...IT11 и шероховатость до $Ra = 1,6$ мкм;

в) чистовое – IT10...IT8 и шероховатость до $Ra = 0,4$ мкм.

При черновом обтачивании, как и при любой черновой обработке, снимают до 70 % припуска. При этом назначаются максимально возможные глубина резания t и подача S .

На черновых операциях повышения производительности обработки добиваются увеличением глубины резания (уменьшением числа рабочих ходов), а также подачи.

На чистовых операциях подача ограничивается заданной шероховатостью поверхности, поэтому сокращение основного времени возможно за счет увеличения скорости резания. На универсальных токарно-карусельных станках обрабатывают заготовки деталей типа тел вращения разнообразной формы диаметром до 10 000 мм.

Вопросы для самоконтроля

1. От каких факторов зависит способ получения заготовки?
2. Перечислить качественные показатели технологичности
3. Этапы изготовления поверхностей заготовки

4. Основные этапы разработки ТП изготовления изделий
5. Блок-схема ТП изготовления детали

Тема 1.2 Технологическое оборудование и оснастка машиностроительного производства

1. Техника безопасности при работе на машиностроительном производстве
Общие требования техники безопасности на производстве: перед началом работы, во время работы, по окончании работы. Основные мероприятия для снижения травматизма и устранения возможности возникновения несчастных случаев на производстве.

2. Станки токарной группы
Ревolverные, сверлильные и карусельные станки. Токарные и лобовые станки. Многолезцовые токарные автоматы и полуавтоматы. Специализированные станки. Одношпиндельные и многошпиндельные станки. Токарные станки с ЧПУ.

3. Станки сверлильно-расточной группы
Вертикально-сверлильные. Полуавтоматы одношпиндельные. Координатно-расточные станки. Специально-сверлильные. Горизонтально-расточные. Горизонтально-сверлильные. Станки сверлильно-расточной группы с ЧПУ.

4. Фрезерные станки
Вертикально-фрезерные консольные. Фрезерные непрерывного действия. Копировальные и гравировальные. Вертикальные бесконсольные. Продольные. Широкоуниверсальные. Горизонтальные консольные. Фрезерные станки с ЧПУ.

5. Резьбообрабатывающие станки
Резьбонарезные. Резьбофрезерные.

6. Станки строгально-протяжной группы
Продольные одностоечные. Продольные двухстоечные. Поперечно-строгальные. Долбежные. Протяжные горизонтальные. Протяжные вертикальные.

7. Шлифовальные станки
Круглошлифовальные. Внутришлифовальные. Обдирочно-шлифовальные. Плоскошлифовальные. Притирочные и полировальные. Шлифовальные станки с ЧПУ.

8. Зубообрабатывающие станки
Зубодолбежные. Зуборезные. Зубофрезерные. Зубообрабатывающие станки с ЧПУ.

9. Специальное оборудование
Обрабатывающие центры. Многоцелевые станки с ЧПУ.

10. Оборудование для электрохимических и электрофизических методов обработки

Электрохимическое оборудование. Электроэрозионное оборудование.

11. Виды технологической оснастки

Типовые конструкции различных видов технологической оснастки: станочные, сборочные, контрольные приспособления, вспомогательные приспособления.

Захватные устройства промышленных роботов.

Методы автоматизации проектирования технологической оснастки.

Литература: [2], [6], [7], [8], [9], [23]

Теоретические сведения

1. Эффективное решение вопросов охраны труда, внедрение новых, более совершенных методов организации безопасной работы приводит к уменьшению травматизма на предприятии. Все мероприятия профилактики травматизма делятся на организационные, законодательные, медико-профилактические, технические и организационные.

К законодательным относят соблюдение прав и обязанностей работников в области охраны труда, сохранение режима труда и отдыха, исполнения законодательных норм охраны труда женщин, пенсионное обеспечение пострадавших и возмещение им ущерба в случае травмы, разработка условий труда, соответствующих санитарным нормам.

В организационные мероприятия включают обучение работающих, организацию контроля за соблюдением техники безопасности, внедрение системы управления охраной труда.

Технические профилактические меры предусматривают внедрение механизации на тяжелых, монотонных работах, использование безопасных технологий и агрегатов, наличие предохранительных и защитных устройств. Предполагается широкое применение технических идей для снижения шума, вибраций, изоляции вредных излучений, улучшения освещения, микроклимата и пр.

В понятие медико-профилактических мероприятий для снижения травматизма и заболеваемости входят регулярные медицинские осмотры работников, занятых на тяжелых, вредных и опасных работах, обеспечение их лечебно-профилактическим питанием, применение лечебных ванн и массажа, при необходимости - санаторно-курортное лечение за счет предприятия.

Экономические мероприятия характеризуются материальными стимулами работ по профилактике травматизма и улучшению рабочих условий, а также примене-

нием рационального подхода при распределении средств, выделенных на охрану труда.

2. Токарные станки — станки для обработки резанием (точением) заготовок из металлов и др. материалов в виде тел вращения. На токарных станках выполняют обточку и расточку цилиндрических, конических и фасонных поверхностей, нарезание резьбы, подрезку и обработку торцов, сверление, зенкерование и развёртывание отверстий и т. д. Заготовка получает вращение от шпинделя, резец — режущий инструмент — перемещается вместе с салазками суппорта от ходового вала или ходового винта, получающих вращение от механизма подачи.

В состав токарной группы станков входят станки выполняющие различные операции точения: обдирку, снятие фасок, растачивание и т. д.

Значительную долю станочного парка составляют станки токарной группы. Она включает, согласно классификации Экспериментального НИИ металлорежущих станков, девять типов станков, отличающихся по назначению, конструктивной компоновке, степени автоматизации и другим признакам. Станки предназначены главным образом для обработки наружных и внутренних цилиндрических, конических и фасонных поверхностей, нарезания резьб и обработки торцовых поверхностей деталей типа тел вращения с помощью разнообразных резцов, свёрл, зенкеров, развёрток, метчиков и плашек.

Применение на станках дополнительных специальных устройств (для шлифования, фрезерования, сверления радиальных отверстий и других видов обработки) значительно расширяет технологические возможности оборудования.

Токарные станки, полуавтоматы и автоматы, в зависимости от расположения шпинделя, несущего приспособление для установки заготовки обрабатываемой детали, делятся на горизонтальные и вертикальные.

3. Сверлильные и расточные станки по классификатору относятся ко второй группе, внутри которой их делят на следующие типы: Вертикально-сверлильные; одношпиндельные; многошпиндельные полуавтоматы; координатно-расточные; радиально-сверлильные; расточные; алмазно-расточные; горизонтально-сверлильные и центровые.

Сверлильные станки предназначены для сверления глухих и сквозных отверстий в сплошном материале, рассверливания, зенкерования, развёртывания, нарезания внутренних резьб, вырезания дисков из листового материала. Для выполнения подобных операций используют сверла, зенкеры, развёртки, метчики и другие инструменты. В зависимости от области применения различают универсальные и специальные сверлильные станки. Находят широкое применение и специализированные сверлильные станки для крупносерийного и массового производства, которые создаются на базе универсальных станков путем оснащения их многошпи-

ндельными сверлильными и резьбонарезными головками и автоматизации цикла работы.

Модели станков обозначают буквами и цифрами. Первая цифра обозначает, к какой группе относится станок, вторая - к какому типу, третья и четвертая цифры характеризуют размер станка или обрабатываемой заготовки. Буква, стоящая после первой цифры, означает, что данная модель станка модернизирована (улучшена). Если буква стоит в конце, то это означает, что на базе основной модели изготовлен отличный от него станок.

Например, станок модели 2Н118 - вертикально-сверлильный, максимальный диаметр обрабатываемого отверстия 18мм, улучшен по сравнению со сверлильными станками моделей 2118 и 2А118. Станок модели 2Н118А также вертикально - сверлильный, диаметр обрабатываемого отверстия 18мм, но он автоматизирован и предназначен для работы в условиях мелкосерийного и серийного производства.

Кроме станков, изготавливаемых серийно, станкостроительные заводы выпускают много специальных станков. Эти станки, как правило, обозначают условными заводскими номерами.

Из-за большого разнообразия моделей станков каждый тип станков содержит еще несколько разновидностей. В данной работе предлагаю рассмотреть три типа станков: Вертикально-сверлильные, радиально-сверлильные и координатно-расточные станки.

4. **Фрезерные станки** используются, для обработки резанием при помощи фрезы, наружных и внутренних плоских и фасонных поверхностей, пазов, уступов, поверхностей тел вращения, резьб, зубьев зубчатых колёс и т.п. По назначению фрезерные станки разделяют на универсально-, горизонтально-, вертикально-, продольно-, копировально-, резьбо-, шпоночно-, карусельно-, барабанно-фрезерные и др. По конструкции фрезерные станки могут быть консольные и бесконсольные. Главное движение у фрезерных станков (вращательное) осуществляется фрезой, движение подачи (поступательное) — заготовкой; в некоторых случаях (например, при обработке крупных изделий) движение подачи может сообщаться фрезе.

5. **Резьбообрабатывающие станки** - группа металлорежущих станков для образования резьб на различных заготовках. Различают резьбообрабатывающие станки: токарно-винторезные, резьбофрезерные, резьбошлифовальные, гайко-, болто-, трубо- и муфтонарезные. Образование резьб может производиться также на сверлильных, расточных и накатных станках.

6. **Строгальные и долбежные** станки предназначены для обработки резцами плоских поверхностей, канавок, пазов, фасонных линейных поверхностей в условиях единичного и мелкосерийного производства. Станки этой группы характери-

зуются главным возвратно-поступательным движением, которое может сообщаться или заготовке, или режущему инструменту. Стругальные станки подразделяют на продольно-строгольные, поперечно-строгольные.

Продольно-строгольные станки предназначены для обработки сравнительно крупных заготовок; их изготавливают одностоечными и двухстоечными. Основными параметрами продольно-строгольных станков являются наибольшая длина (ход стола) и ширина строгания, а также наибольшая высота подъема поперечины. В современных станках эти размеры колеблются в пределах: 2-12,5 м (наибольшая длина строгания), 0,6-5 м (наибольшая ширина строгания), 0,55-4,5 м (высота подъема). Движение резания в продольно-строгольных станках сообщается заготовке.

Поперечно-строгольные станки служат для обработки мелких и средних деталей. Основным их размером является наибольшая длина хода ползуна (200-2400 мм). Главное движение сообщается инструменту.

Долбежные станки применяют чаще всего для обработки внутренних сложных поверхностей. Основными их размерами являются: наибольший ход ползуна (в современных станках 100-1600 мм) и диаметр стола (240-1600 мм)

Протяжные станки предназначены для обработки внутренних и наружных поверхностей различной формы. Станки имеют высокую производительность, обеспечивают высокую точность обработки и при этом просты по конструкции и в работе. В протяжных станках движением резания является прямолинейное перемещение либо протяжки, либо заготовки при неподвижном инструменте. Движение подачи отсутствует, поскольку подача обеспечивается подъемом зубьев протяжки. Основные размеры протяжных станков: наибольшая тяговая сила 6,3...1470 кН, максимальная длина хода протяжки 0,4...3,2 м.

7. Шлифовальные станки предназначены для обработки деталей шлифовальными кругами. На них можно обрабатывать наружные и внутренние цилиндрические, конические и фасонные поверхности и плоскости, разрезать заготовки, шлифовать резьбу и зубья зубчатых колес, затачивать режущий инструмент и т.д. В зависимости от формы шлифуемой поверхности и вида шлифования шлифовальные станки общего назначения подразделяют на круглошлифовальные, бесцентрово-шлифовальные, внутришлифовальные, плоскошлифовальные и специальные.

Главным движением у всех шлифовальных станков является вращение шлифовального круга, окружная скорость V_k которого измеряется в м/с.

8. Зубообрабатывающие станки предназначены для нарезания и отделки зубьев колес различных передач. По виду обработки и инструмента различают следующие зубообрабатывающие станки: зубофрезерные, зубостругальные, зубопротяжные, зубошлифовальные и др. По назначению станки бывают: для обра-

ботки цилиндрических колес с прямыми и косыми зубьями, червячных колес, шевронных колес, зубчатых реек, конических прямозубых колес, с криволинейными зубьями. По степени шероховатости обработанной поверхности выделяют станки: для предварительного нарезания зубьев, для чистовой обработки, для отделочной обработки поверхности зубьев.

9. Многоцелевой станок — это металлорежущий станок, предназначенный для выполнения нескольких различных видов обработки резанием, оснащенный ЧПУ и автоматической сменой инструмента.

Благодаря оснащению многоцелевых станков (МС) устройствами ЧПУ и автоматической смены инструмента существенно сокращается вспомогательное время при обработке и повышается мобильность переналадки. Сокращение вспомогательного времени достигается благодаря автоматической установке инструмента (заготовки) по координатам, выполнению всех элементов цикла, смене инструментов, кантованию и смене заготовки, изменению режимов резания, выполнению контрольных операций, а также большим скоростям вспомогательных перемещений.

По назначению МС делятся на две группы: для обработки заготовок корпусных и плоских деталей и для обработки заготовок деталей типа тел вращения. В первом случае для обработки используют МС сверлильно-фрезерно-расточной группы, а во втором — токарной и шлифовальной групп. Рассмотрим МС первой группы, как наиболее часто используемые.

МС имеют следующие характерные особенности: наличие инструментального магазина, обеспечивающего оснащенность большим числом режущих инструментов для высокой концентрации операций (черновых, получистовых и чистовых), в том числе точения, растачивания, фрезерования, сверления, зенкерования, развертывания, нарезания резьб, контроля качества обработки и др.; высокая точность выполнения чистовых операций (6...7-й квалитеты).

Для систем управления МС характерны сигнализация, цифровая индикация положения узлов станка, различные формы адаптивного управления. МС — это в основном одношпиндельные станки с revolverными и шпиндельными головками.

Под обрабатывающими центрами (ОЦ) понимаются многооперационные станки с числовым программным управлением (ЧПУ), которые могут проводить комплексную механическую обработку 3-хмерных заготовок при помощи различных инструментов. Обрабатывающие центры оснащаются инструментальными магазинами и устройствами для автоматической смены инструмента, что существенно повышает их производительность. На многооперационных станках производят черновую, получистовую и чистовую обработку заготовок, содержащих множество обрабатываемых поверхностей, а также выполняют разнообразные техноло-

гические переходы: фрезерование плоскостей, уступов, канавок, окон, колодцев; сверление, зенкерование, развертывание, растачивание различных отверстий; растачивание отверстий инструментом с тонким регулированием на размер и др.

Для осуществления всех этих операций на станке необходимо иметь большой запас металлорежущих инструментов. У станков с ЧПУ и автоматической сменой инструмента запас инструмента обычно находится в revolverных головках. Например, фрезерные и сверлильные станки, предназначенные для изготовления деталей с использованием 5-12 инструментов. Более сложные многооперационные станки имеют в своем составе инструментальные магазины с запасом в 15-30, а при необходимости в 50-100 и более инструментов.

Следующая особенность обрабатывающих центров заключается в наличии у них рабочего стола или делительного приспособления с определенным угловым шагом деления. Поворот детали позволяет обработать ее с нескольких сторон без переустановки. Иногда обрабатывающие центры (или многооперационные станки) оснащаются дополнительными столами (паллетами) и устройствами для автоматической смены заготовок. Смену заготовки на паллете-спутнике проводят во время работы станка, что помогает увеличить производительность.

Точность перемещений по осям в обрабатывающих центрах обеспечивается с помощью сервоприводов и управляющей системы ЧПУ. В дополнение к этим «встроенным функциям» станков имеются дополнительные системы измерения/калибровки как инструмента, так и детали (например, фирмы Renishaw). Применение таких контактных и лазерных устройств экономит время, необходимое на установку детали и ее привязку к системе координат станка. Подобные системы дают возможность контролировать износ инструмента, взаимное положение детали и инструмента, геометрию обрабатываемой поверхности, что увеличивает точность, повторяемость и качество обработки.

По причине высокой стоимости МС (ОЦ), их используют для обработки наиболее технологически сложных заготовок. В среднем, один обрабатывающий центр может заменить три-пять станков с ЧПУ или пять-десять универсальных станков.

В то время, как большинство обрабатывающих центров имеет 3-мерную систему перемещения инструмента относительно детали, для обработки изделий сложной формы зачастую требуется управление режущим инструментом или деталью (столом) еще по одной или нескольким дополнительным координатам (осям). Для таких работ предназначены 4-, 5- и 6- координатные ОЦ. Многие 3-координатные станки по заказу могут быть изготовлены в 4- и 5-координатном исполнении.

10. Станки электрохимической размерной обработки бывают универсальными и специальными.

К универсальным электрохимическим станкам, которые выпускаются серийно, относятся копировально-прошивочные станки. На них реализуется метод размер-

ной обработки, и на них можно обрабатывать широкую номенклатуру деталей прямым копированием. Для этого инструменту придаются форма и размеры, соответствующие обратной форме и размерам обрабатываемой поверхности (с учётом межэлектродного промежутка). Формообразующим движением на этих станках является перемещение по координате Z . Дополнительные перемещения по координатам X и Y служат в качестве установочных. С их помощью заготовка и инструмент устанавливаются в нужное взаимное положение перед началом обработки. Станки этого типа широко применяются в инструментальной промышленности для производства штампов, пуансонов и других формообразующих деталей из высокопрочных и высокотвёрдых материалов. Основные размерные параметры универсальных электрохимических копировально-прошивочных станков, в том числе и с ЧПУ, регламентирует ГОСТ 24772-81. К таким параметрам относятся: ширина рабочей поверхности стола B , длина рабочей поверхности стола L и наибольшее расстояние от торца инструментальной головки до рабочей поверхности стола H . Указанный стандарт устанавливает следующий размерный ряд универсальных копировально-прошивочных станков ($B \times L \times H$): 125x200x125; 200x320x250; 400x630x450; 800x1250x800 мм. Им должны соответствовать токи источников питания (не более) 630 А, 2000 А, 6300 А и 20000 А.

Примером специального станка для размерной обработки служит электрохимический станок для обработки лопаток турбореактивных двигателей, который широко применяют в авиационной промышленности. Специальные станки изготавливаются по техническому заданию, согласованному с заказчиком. Э

Электроэрозионные станки предназначены для автоматического изготовления деталей сложной формы из электропроводных материалов, как с вертикальной (цилиндрической), так и с наклонной (конической) образующей, в том числе профилей с переменным углом наклона и различными контурами в верхней и нижних плоскостях обрабатываемого изделия — деталей вырубных штампов, пресс-форм, матриц-пуансонов, фасонных резцов, шаблонов и др.

Модельный ряд включает проволочно-вырезные станки 2-х и 5-ти координатной контурной обработки. Все электроискровые станки оснащены системой числового программного управления (ЧПУ) с компьютерным управлением и генератором технологического тока, позволяющим производить обработку в обыкновенной водопроводной воде.

Вопросы для самоконтроля

1. Назначение и область применения станков с ЧПУ
2. Назначение и область применения многоцелевых станков с ЧПУ
3. Назначение и область применения обрабатывающих центров

Тема 1.3 Технологическое оборудование автоматизированного производства

- 1. Назначение и классификация автоматизированных станочных систем механообработки**

2. Основные сведения, определения, сокращения и понятия (ГПС; РТК; ГПМ; РТЛ; АТСС; АСИО и др.

1. **Автоматические линии (АЛ)**

Основные понятия. Классификация АЛ. Транспортные системы АЛ. Системы управления АЛ. Конструкции АЛ.

2. **Промышленные роботы (ПР)**

Основные понятия. Исполнительные механизмы ПР. Приводы ПР. Тип конструкции ПР. Портальные ПР. Захватные устройства ПР. Системы управления ПР.

3. **Гибкие производственные модули (ГПМ)**

Классификация ГПМ. Компоненты ГПМ.

4. **Гибкие производственные системы (ГПС)**

Понятие о ГПС. Классификация ГПС.

Литература: [3], [23]

Практическая работа №1

Нормоконтроль конструкторской документации

Теоретические сведения

1. Гибкая производственная система (ГПС) — совокупность или отдельная единица технологического оборудования и системы обеспечения его функционирования в автоматическом режиме, обладающая свойством автоматизированной переналадки при производстве изделий произвольной номенклатуры в установленных пределах значений их характеристик. **Автоматизированная транспортно-складская система (АТСС)** — система взаимосвязанных автоматизированных транспортных и складских устройств для укладки, хранения, временного накопления и доставки предметов труда, технологической оснастки и удаления отходов. **Автоматизированная система инструментального обеспечения (АСИО)** — система взаимосвязанных элементов, включающая накопители, устройства смены и контроля качества инструмента, обеспечивающие хранение, автоматическую установку и замену инструмента.

Гибкий производственный модуль (ГПМ) — ГПС, состоящая из единицы технологического оборудования, оснащенная автоматизированным устройством программного управления и средствами автоматизации технологического процесса, автономно функционирующая, осуществляющая многократные циклы и имеющая возможность встраивания в систему более высокого уровня.

Частным случаем ГПМ является роботизированный технологический комплекс (РТК) при условии возможности его встраивания в систему более высокого

уровня. В общем случае в ГПМ входят накопители, приспособления-спутники (палеты), устройства загрузки и разгрузки, в том числе промышленные роботы (ПР), устройства замены оснастки, удаления отходов, автоматизированного контроля, включая диагностирование, переналадки и т. д.

3. Автоматические линии (АЛ) — совокупность технологического оборудования, установленного в последовательности технологического процесса обработки, соединенного автоматическим транспортом и оснащенного автоматическими загрузочно-разгрузочными устройствами и общей системой управления или несколькими взаимосвязанными системами управления.

4. Промышленный робот (ПР) автоматическая машина, стационарная или передвижная, состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора, имеющего несколько степеней подвижности, и перепрограммируемого устройства программного управления для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций.

Одним из основных классификационных признаков, определяющих структуру, состав, внешний вид, эксплуатационные характеристики современных роботов, является область их использования

5. По назначению ГПМ подразделяются для обработки:

- корпусных деталей,
- плоскостных (плоских) деталей,
- деталей типа тел вращения,
- универсальные, т.е. для обработки деталей различных технологических классов, например корпусных и тел вращения.

По признаку автоматизации ГПМ делятся на три уровня.

1. *К первому* уровню относят многоцелевые станки с автоматической сменой инструментов и заготовок, которые осуществляют автоматический цикл обработки деталей, но требуют постоянного наблюдения за технологическим процессом.
2. ГМП *второго уровня* автоматизации оснащены устройствами контроля процесса обработки и потому не требуется постоянного присутствия оператора.
3. ГПМ *третьего уровня* характеризуются наличием устройств автоматической смены комплектов инструментов и приспособлений и возможностью адаптации к изменяющимся условиям технологического процесса, что необходимо при работе в режиме безлюдной технологии.

6. Основной областью применения ГПС является серийное многономенклатурное производство. Как видно из определений, каждый вид ГПС характеризуется тем, что может функционировать автономно, представляет собой технически

законченное целое и имеет свою локальную систему управления; возможность встраивания в систему более высокого уровня позволяет, спроектировав ГПС высокого уровня, начинать внедрять его по частям как ГПС более низкого уровня. Степень автоматизации как самой ГПС, так и ее функциональных систем может быть различной. И этим определяется число обслуживающего персонала. ГПС обладает также свойством быстрой переналадки на изготовление новых деталей и изделий произвольной номенклатуры.

Переналаживаемые автоматические линии групповой обработки нескольких заранее известных и аналогичных по конструкции и технологии изготовления деталей в условиях крупносерийного и массового производства не являются ГПС, так как на них не предусмотрена переналадка на новые детали, заранее неизвестные.

Вопросы для самоконтроля

1. Что включает в свою структуру гибкий производственный модуль?
2. Уровни ГПМ по признаку автоматизации
3. Технологические факторы, учитываемые при создании РТК

3. Теоретическое задание на контрольную работу

1. Точность заготовок, получаемых различными видами литьем
2. Роботизированные технологические комплексы и их структура
3. Назначение и область применения порталных роботов
4. Типы конструкций промышленных роботов
5. Виды заготовок, получаемые давлением
6. Классификация роботизированных технологических комплексов
7. Технологические факторы, учитываемые при создании роботизированных технологических комплексов
8. Базирование втулок в приспособлениях
9. Классификация автоматических линий
10. Базирование призматических деталей в приспособлениях
11. Виды заготовок, получаемые сваркой
12. Назначение и область применения ГПС
13. Транспортные системы автоматических линий
14. Приспособления, используемые для базирования валов
15. Назначение и область применения РТК
16. Погрешности базирования при установке в приспособления
17. Показатели технологичности конструкции детали
18. Область применения горизонтально-расточных станков
19. Формы организации технологических процессов
20. Преимущество вертикально-сверлильных станков с ЧПУ
21. Предварительная обработка заготовок
22. Требования, предъявляемые к приспособлениям для станков с ЧПУ
23. Виды технологических документов
24. Изделия, изготавливаемые на электроэрозионном оборудовании с ЧПУ
25. Требования ЕСКД к оформлению конструкторской документации
26. Конструктивные особенности станков с ЧПУ
27. Требования ЕСТД к оформлению технологической документации
28. Основные преимущества станков с ЧПУ
29. Анализ исходных данных графических документов
30. Индексация моделей станков с ЧПУ
31. Проектирование структуры операции
32. Назначение и область применения внутришлифовальных станков
33. Проектирование маршрута обработки отдельных поверхностей
34. Принцип действия круглошлифовальных станков
35. Технология изготовления валов
36. Конструкция плоскошлифовальных станков
37. Технология изготовления втулок, дисков, фланцев
38. Технологические возможности фрезерных станков с ЧПУ
39. Технология изготовления цилиндрических зубчатых колес
40. Технология изготовления конических зубчатых колес
41. Исходные данные для проектирования технологического процесса

42. Последовательность проектирования технологического процесса
43. Последовательность проектирования маршрута обработки заготовки
44. Конструктивные особенности токарных станков с ЧПУ
45. Мероприятия для снижения травматизма на производстве
46. Технологические возможности многоцелевых станков с ЧПУ
47. Общие требования техники безопасности на производстве
48. Приводы главного движения станков с ЧПУ
49. Захватные устройства промышленных роботов
50. Приводы подачи станков с ЧПУ
51. Конструктивные особенности долбежных станков
52. Классификация систем управления промышленных роботов
53. Виды зубообрабатывающего оборудования
54. Назначение и область применения контрольных приспособлений
55. Конструктивные особенности зубофрезерных станков
56. Конструктивные особенности зубодолбежных станков
57. Конструктивные особенности зубострогальных станков
58. Технологические возможности обрабатывающих центров
59. Конструктивные особенности строгальных станков
60. Конструктивные особенности протяжных станков
61. По каким признакам классифицируются промышленные роботы?
62. Структура ГПМ для обработки валов
63. Принцип действия бесцентрошлифовальных станков
64. Из каких модулей комплектуются промышленные роботы?
65. Факторы, влияющие на величину припуска
66. Нормирование технологических операций с ЧПУ
67. Принципы выбора технологических баз
68. Факторы, влияющие на выбор заготовки
69. Принципы выбора технологических баз
70. Методы определения припусков

4. Практическое задание на контрольную работу

71-90. Спроектировать маршрутный технологический процесс согласно чертежу детали (чертеж детали выдается преподавателем)

Варианты заданий для выполнения контрольной работы

Таблица № 1

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1 24 47 71	2 25 48 72	3 26 49 73	4 27 50 74	5 28 51 75	6 29 52 76	7 30 53 77	8 31 54 78	9 32 55 79	10 33 56 80
1	11 34 57 81	12 35 58 82	13 36 59 83	14 37 60 84	15 38 61 85	16 39 62 86	17 40 63 87	18 41 64 88	19 42 65 89	20 43 66 90
2	21 44 67 72	22 45 68 71	23 46 69 82	1 46 70 73	2 45 71 84	3 44 69 85	4 43 68 86	5 42 67 87	6 41 66 88	7 40 65 89
3	8 39 64 90	9 38 63 71	10 37 62 72	11 36 61 73	12 35 60 77	13 34 59 74	14 33 58 75	15 32 57 84	16 31 56 83	17 30 55 82
4	18 29 54 91	19 28 53 90	20 27 52 88	21 26 51 89	22 25 50 87	23 24 49 86	23 25 48 85	22 24 47 84	21 27 47 83	20 28 48 82
5	19 29 49 81	18 30 50 80	17 31 51 79	16 32 52 78	15 33 53 77	14 34 54 76	13 35 55 75	12 36 56 74	11 37 57 73	10 38 58 72
6	9 39 59 71	8 40 60 72	7 41 61 71	6 42 62 72	5 43 63 73	4 44 64 74	3 45 65 75	2 46 66 76	1 25 67 77	2 24 68 78
7	1 26 69 79	3 27 70 80	4 28 47 81	5 29 48 82	6 30 49 83	7 31 50 84	8 32 51 85	9 33 52 86	10 34 53 87	11 35 54 88
8	12 36 55 89	13 37 56 90	14 38 57 81	15 39 58 79	16 40 59 73	17 41 60 84	18 42 61 85	19 43 62 76	20 44 63 77	21 45 64 88
9	22 46 65 89	23 42 66 90	5 30 69 76	8 33 67 79	10 35 65 81	12 37 63 83	14 39 61 84	16 41 55 86	17 43 56 87	18 45 52 80

5. Методические указания для выполнения практического задания

Методика разработки маршрутного технологического процесса обработки заготовки:

- выбирают методы обработки поверхностей
- назначают число и последовательность установов и переходов в технологических операциях
- определяют содержание операции
- определяют вид применяемого оборудования

Пример проектирование маршрутного технологического процесса

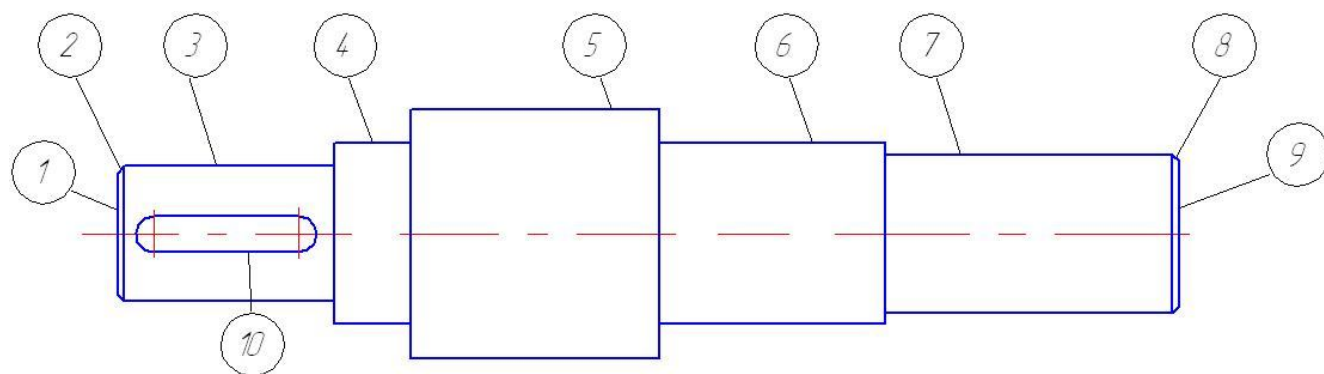


Рис.2.1. Эскиз детали

Технологический маршрут обработки заготовки вала Таблица 1

Номер		Наименование и содержание операции	Наименование оборудования
Опера- ции	Пере- хода		
1	2	3	4
005		Термическая	Печь
		Нормализация, HRC 28... 32	
010		Токарная	Токарно-винторезный станок
		Установ А	
	1-2	Точить поверхности 1 окончательно, центровать	
		Установ Б	
	1-2	Точить поверхность 9 окончательно, центровать	
015		Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ
	1-4	Точить поверхности 5,8 окончательно, точить поверхности 6,7 предварительно	
020		Токарная с ЧПУ	
	1-3	Точить поверхность 2 окончательно, поверхности 3,4 предварительно	Токарный станок с ЧПУ
025		Шпоночно-фрезерная	
	1	Фрезеровать поверхность 10 окончательно	Шпоночно-фрезерный станок
030		Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок
	1-2	Шлифовать поверхности 6,7 окончательно	
035		Круглошлифовальная	
	1-3	Шлифовать поверхности 3,4 окончательно	
040		Контрольная	
		Проконтролировать все размеры	

Литература

Основная

1. Барановский Ю.В. «Режимы резания металлов»: Справочник [Текст] / Ю.В.Барановский, Л.А. Брахман, А.И. Гдалевич и др. М.:НИИТавтопром, 1995.-456с.
2. Девисилов В.А. Охрана труда: Учебник.-2-е изд., испр. и доп. [Текст] / В.А. Девисилов М.: Форум: ИНФРА-М, 2006.-448с.
3. Добвня Н.М. Роботизированные технологические комплексы в ГПС [Текст] / Н.М.Добвня А.Н.Кондратьев, Е.И.Юревич.-Л.:Машиностроение, 1990.-303с.
4. Дольский А.М. Справочник технолога машиностроителя в 2-х т. [Текст] / под ред. А.М.Дольского, А.Т.Косиловой и др. – М.: Машиностроение, 2003.
5. Клепиков В.В. Технология машиностроения: учебник для СПО [Текст] / В.В.Клепиков, А.Н.Бодров – М.: Форум-Инфра-М, 2004.-860с.
6. Кузнецов Ю.И.Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. 2-е изд. перераб. и доп. [Текст] / Ю.И.Кузнецов, А.Р.Маслов, А.Н. Байков– М.: Машиностроение, 1990.-512с.
7. Локтев С.Е. Станки с программным управлением и промышленные роботы: Учебник для машиностроительных техникумов.-2-е изд., перераб. и доп. [Текст] / С.Е. Локтев – М.: Машиностроение, 1986.-320с.
8. Черпаков Б.И. Технологическое оборудование машиностроительного производства: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования [Текст] / Б.И. Черпаков, Л.И. Вереина. -2-е изд. стер. - М.: Издательский центр «Академия» 2006.- 416с.

Дополнительная

9. Белоусов А. П. Проектирование станочных приспособлений [Текст] /А. П. Белоусов – М.: Высш. школа, 1980.-240 с.
- 10.Жесткова И. Н. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. - 8-е перераб. и доп. [Текст] / Под ред. И. Н. Жестковой М.: Машиностроение, 2001.
- 11.Маталин А.А. Технология машиностроения: Учебник. [Текст] / А.А. Маталин -Л: Машиностроение, 1985.-496с.
- 12.Ковшов А. А. Технология машиностроения. [Текст] / А. А. Ковшов– М.: Машиностроение, 1987.- 398с
- 13.Рязанов В.М. Определение припусков и допусков на механическую обработку: Методическое пособие по выполнения практических работ и курсового проекта по специальности 1201 -Технология машиностроения. [Текст] / В.М.Рязанов- Димитровград: ДТК, 2002.-69с.
- 14.Рязанов В.М. Базирование изделий: Методическое пособие по технологии машиностроения для студентов спец. 151001-Технология машиностроения. [Текст] / В.М.Рязанов - Димитровград: ДТК, 2006.-60 с.
- 15.Рязанов В.М. Нормирование технологических операций: Методическое по-

собие по технологии машиностроения для выполнения практических работ, курсовых и дипломных проектов 1201-Технология машиностроения. [Текст] / В.М.Рязанов - Димитровград: ДТК, 2004.-50с.

- 16.ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные [Текст] - М: Изд-во стандартов. 1990.-52с.
- 17.ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов [Текст] - М: Изд-во стандартов. 1989.-54с.
- 18.ГОСТ 14.201-73 Общие сведения отработки конструкции детали на технологичность [Текст] - М: Изд-во стандартов. 1973.
- 19.ГОСТ 14.204-73 Правила обеспечения технологичности конструкции детали [Текст] - М: Изд-во стандартов. 1973.
- 20.ГОСТ 3.1001-81 Единая система технологической документации. Общие положения [Текст]- М: Изд-во стандартов, 1981.
- 21.ГОСТ 3.1102-81 Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов [Текст]- М: Изд-во стандартов, 1981.
- 22.ГОСТ 3.1119-83 Единая система технологической документации. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы [Текст]- М: Изд-во стандартов, 1981.

Интернет-ресурсы

- 23.www.stankoinform.ru