



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Технология машиностроения»

Практикум
по дисциплине

**«Основы технологии
производства»**



Автор
Давыдова И.В.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Практикум предназначен для студентов всех форм обучения направления 27.03.01 «Стандартизация и метрология».

Изложена методика и основные рекомендации по проведению практических занятий по курсу "Основы технологии производства".

Предназначены для преподавателей и студентов при подготовке и проведению практических занятий по курсу "Основы технологии производства".

Автор



доцент, к.т.н.,
доцент кафедры «ТМ»
Давыдова И.В.



Оглавление

Практическое занятие № 1 «Разработка технического задания на изделие».....	4
Практическое занятие № 2 «Анализ технологичности конструкции машины и детали ».....	8
Практическое занятие № 3 «Выявление теоретической схемы базирования детали в изделии»	12
Практическое занятие № 4 «Классификация поверхностей изделия по функциональному назначению»	14
Практическое занятие № 5 «Определение параметров качества поверхностей деталей машин»	16
Практическое занятие № 6 «Выбор плана обработки поверхностей детали»	19
Практическое занятие № 7 «Нормирование операций механической обработки».....	24
Практическое занятие № 8 «Оформление технологической документации»	26
Список литературы	27

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1 «РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА ИЗДЕЛИЕ»

При подготовке к практическому занятию студент должен изучить темы «Качество машины. Показатели качества», «Служебное назначение машины», «Эксплуатационные свойства изделия», изложенные в п.п. 1.1, 1.8, 2.2.1 учебного пособия /1/ или соответствующих тем лекций.

Целью практического занятия является: закрепление теоретических знаний лекционного курса; приобретение навыков и умений по описанию служебного назначения машины и составления технического задания на ее проектирование.

Средства достижения целей практического занятия:

- пояснение преподавателем общей методики основных принципов и подходов при составлении технического задания;
- коллективное рассмотрение примера составления технического задания на проектирование бытового пылесоса;
- самостоятельная работа студентов по составлению технического задания на проектирование бытовой машины или прибора по указанию преподавателя.

Методика составления технического задания на примере бытового пылесоса:

1. Техническое задание (ТЗ) разрабатывается на основе исходных требований заказчика – заявки, а также на основе ТЗ на группу однородной продукции, результатов выполненных научно-исследовательских и экспериментальных работ, анализа передовых достижений и технического уровня отечественной и зарубежной техники. Техническое задание является исходным документом для проектирования конструкторской документации. От правильности составления ТЗ, квалификации лица его производящего, от полноты охвата всех аспектов эксплуатации машины в большой степени зависит и ее качество и конкурентоспособность.

2. Содержание ТЗ

2.1. *Наименование и область применения.* Указывается наименование машины, прибора или СЕ и краткая характеристика области применения, общая характеристика объекта, в котором оно будет использоваться.

Например: Универсальный электрический бытовой пылесос служит для сбора пыли и мелких частиц мусора с одежды, мебели, ковров, гардин, стен, потолков, пола, книг, радиоаппаратуры, распыления жидкостей в бытовых целях.

2.2. *Основания для разработки.* Основанием для проектиро-

вания является заявка-задание на проектирование, например, пылесоса.

2.3. Цель и назначение разработки.

Пылесос проектируется с целью облегчения и механизации ручного труда при уборке помещения.

2.4. Источники проектирования.

Справочная литература. Атласы типовых конструкций.

2.5. Технические требования.

2.5.1. Состав машины (прибора) и требования к ее конструктивному устройству. Указывают наименование, назначение и основные составляющие машины (прибора); требования к составным частям; требования к средствам защиты (от влаги, вибрации, шума, вредных испарений, коррозии и др.); требования к взаимозаменяемости составных частей; требования к уходу за машиной (прибором) в период эксплуатации; требования к условиям работы машины (прибора).

Например. В конструкции пылесоса должны быть предусмотрены: разъемный герметичный корпус, гибкие шланги, телескопические трубки, насадки в количестве 5 штук, ручка для переноски и колесики на корпусе для облегчения его транспортировки по помещению, сетевой шнур не менее 5 метров длины, контейнер для сбора мусора и пыли.

2.5.2. Показатели назначения. Указываются основные технические параметры, определяющие целевое использование и применения машины (прибора), такие как мощность, производительность, к.п.д., вид используемого энергоносителя, механические свойства, достигаемая точность и т.д.

Например. Мощность пылесоса регулируется в зависимости от производимых работ с целью экономии электроэнергии с помощью электронного регулятора мощности, который позволяет увеличивать или уменьшать силу всасывания. Пылесос имеет ряд узлов и устройств, повышающих надежность, качество производимых работ, удобство пользования. К ним относятся: электронный регулятор мощности; сменные фильтры разового заполнения, указатель заполнения пылесборника пылью; регулятор расхода воздуха; комплект насадок современной формы из ударопрочной пластмассы; колеса, обеспечивающие перемещение пылесоса; электрический шнур.

Технические характеристики	
Номинальное напряжение, В; частота, Гц	220; 50
Номинальная потребляемая мощность, Вт	800
Род тока	Переменный
Мощность всасывания, Вт, не менее	350
Класс защиты от поражения электрическим током	II (двойная изоляция)
Исполнение по степени защиты от влаги	незащищенное
Режим работы	продолжительный
Расход электроэнергии за 1 час работы, кВт·ч, не более	0,8
Масса пылесоса, кг, не более	5,5

2.5.3. *Требования к надежности.* Указываются требования к долговечности, безотказности, сохраняемости и ремонтпригодности.

Срок службы пылесоса не менее 7 лет. Конструкция быстроизнашиваемых элементов должна обеспечивать их быструю замену. Хранить пылесос в сухих отапливаемых помещениях.

2.5.4. *Требования к технологичности конструкции.*

Конструкция пылесоса должна обеспечивать удобный доступ к местам замены фильтров, мешков для сбора пыли, отсек для хранения сетевого шнура.

2.5.5. *Требования к уровню унификации и стандартизации.*

В конструкции пылесоса должны быть максимально использованы стандартные узлы и детали.

2.5.6. *Требования к безопасности.* Указываются требования к обеспечению безопасности при монтаже, эксплуатации, обслуживании и ремонте, допустимые урони вибрации и шума и т.п.

Пылесосом можно пользоваться в закрытом помещении при температуре окружающего воздуха от 1 до 40°C. Все токоведущие части пылесоса должны быть расположены внутри закрытого корпуса. Уровень шума не более 40дБ.

2.5.7. *Эстетические и эргономические требования.* Указываются требования технической экспертизы, удобство обслуживания, комфортабельность, усилия, требуемые для управлением и обслуживанием и т.п.

Конструкция пылесоса должна создавать впечатление обтекаемой конструкции. Материалы, используемые в конструкции пылесоса – металлы, сплавы, ударопрочная пластмасса. Цвет корпуса – красный, синий, зеленый или стальной. Кнопки включения, выключения, переключения режимов должны быть располо-

жены в верхней части корпуса для удобства эксплуатации.

2.6. *Экономические показатели.* Указывают ориентировочную эффективность и срок окупаемости затрат, лимитную цену, предполагаемую годовую потребность.

Предполагаемая годовая программа выпуска – 10000 шт.
Себестоимость изготовления не выше 2000 рублей.

Все практические занятия выполняются в одной 12-листной тетради, и после защиты подписываются преподавателем.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2 «АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ МАШИНЫ И ДЕТАЛИ »

При подготовке к практическому занятию студент должен изучить тему «Технологичность конструкции изделия», изложенную в п.1.7 учебного пособия /1/ или соответствующей темы лекции.

Целью практического занятия является: закрепление теоретических знаний лекционного курса; приобретение навыков и умений по проведению анализа технологичности конструкции.

Средства достижения целей практического занятия:

- пояснение преподавателем общей методики основных принципов и подходов при составлении оценки технологичности конструкции;

- коллективное рассмотрение примера оценки технологичности конструкции;

- самостоятельная работа студентов по составлению оценки технологичности конструкции по сборочным чертежам и спецификациям к ним, выданных преподавателем.

Методика проведения качественной и количественной оценки технологичности конструкции представлена ниже.

При обеспечении технологичности конструкции применяют два вида оценки: качественную и количественную. Сущность **качественной оценки технологичности конструкции** состоит в выборе лучшего варианта без определения количественной степени его превосходства. Качественная оценка может заключаться не только в выборе лучшего варианта конструкции изделия, но и в оценке степени соблюдения требований и нормативов, отражающих конструктивно – технологические свойства изделия и определяющие минимальные затраты при его изготовлении.

Качественная оценка характеризует технологичность конструкции обобщенно, на основании опыта исполнителя и, следовательно, в большей степени зависит от квалификации лица, ее производящего, и обладает большим субъективизмом.

Качественная оценка технологичности изделия предшествует количественной, определяет целесообразность проведения количественной оценки и соответственно затрат времени на определение численных значений показателей технологичности.

Основные технологические требования к изделиям, используемые при качественной оценке технологичности конструкции:

- 1) требования к конструкциям сборочных единиц (СЕ):
 - требования к составу СЕ;
 - требования к соединениям составных частей СЕ;
- 2) требования к конструкции деталей:
 - требования к деталям при сборке;
 - требования к конструкции детали при механической обработке;
 - требования к конструктивным элементам деталей, обрабатываемых резанием (к поверхностям, к отверстиям, к гнездам и пазам);
 - дополнительные требования к типовым деталям (типа валов, корпусов, втулок, дисков и трубчатых валов, рычагов и кронштейнов).

Сущность **количественной оценки технологичности конструкции** состоит в выборе лучшего конструктивного варианта с помощью количественных показателей. Количественная оценка технологичности конструкции изделия выражается показателем, численное значение которого характеризует степень удовлетворения требованиям к технологичности конструкции.

Показатели технологичности разрабатываемой конструкции по своей значимости делятся на основные и дополнительные.

Основные показатели:

- 1) Трудоемкость изготовления изделия

$$T_n = \sum_{i=1}^n T_{ni} ,$$

где T_{ni} - трудоемкость изготовления элементов, входящих в изделие;

n – количество элементов изделия.

- 2) Технологическая себестоимость изделия

$$Ct_n = \sum_{i=1}^n Ct_{ni} ,$$

где Ct_{ni} - технологическая себестоимость элементов, входящих в изделие.

- 3) Уровень технологичности по трудоемкости изготовления

$$K_{в.т.} = \frac{T_{И.}}{T_{И.Б.}} ,$$

где $T_{И.Б.}$ - трудоемкость изготовления базового варианта.

- 4) Уровень технологичности по себестоимости

$$K_{y.c.} = \frac{C_T}{C_{TB}},$$

где C_{TB} - технологическая себестоимость базового варианта.

Дополнительные показатели:

1) Масса изделия

$$M = \sum_{i=1}^n M_i,$$

где M_i - масса элементов, входящих в изделие.

2) Удельная материалоемкость изделия

$$K_{y.m.} = \frac{M}{P},$$

где P – основной технический параметр изделия (производительность машин, передаваемая энергия)

3) Коэффициент использования материала

$$K_{и.м.} = \frac{M}{M_M},$$

где M_M - масса материала, израсходованного на изделие.

4) Коэффициент применяемости материала

$$K_{п.м.} = \frac{M_i}{M},$$

где M_i - масса i -го материала в изделии.

5) Коэффициент сборности

$$K_{с.б.} = \frac{E}{E + D},$$

где E – число СЕ в изделии;

D – число деталей в изделии, не вошедших в СЕ.

6) Коэффициент унификации изделия

$$K_y = \frac{E_y + D_y}{E + D},$$

где E_y , D_y - число унифицированных СЕ и деталей.

7) Коэффициент унификации деталей изделия

$$K_{y.d.} = \frac{D_y}{D}$$

- 8) Коэффициент стандартизации изделия

$$K_{CT} = \frac{E_{CT} + D_{CT}}{E + D} ,$$

где E_{CT} , D_{CT} - число стандартных СЕ и деталей.

- 9) Коэффициент стандартизации деталей изделия

$$K_{CT,Д} = \frac{D_{CT}}{D}$$

- 10) Коэффициент унификации конструктивных элементов

$$K_{У.Э.} = \frac{Q_{У.Э.}}{Q_Э} ,$$

где $Q_{У.Э.}$ - количество унифицированных типоразмеров конструктивных элементов

- 11) Удельная трудоемкость изготовления изделия

$$T_{уд} = \frac{T_{И}}{P}$$

12) Удельная технологическая себестоимость изготовления изделия

$$C_{уд} = \frac{C_{И}}{P}$$

По приведенной методике студенты проводят количественную и качественную оценку СЕ (по чертежам СЕ) и оформляют ее в тетради.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3 «ВЫЯВЛЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ БАЗИРОВАНИЯ ДЕТАЛИ В ИЗДЕЛИИ»

При подготовке к практическому занятию студент должен изучить тему «Основы теории базирования», изложенную в п.2.1 учебного пособия /1/ или соответствующей темы лекции.

Целью практического занятия является: закрепление теоретических знаний лекционного курса; приобретение навыков и умений по составлению теоретической схемы базирования детали.

Средства достижения целей практического занятия:

- пояснение преподавателем общей методики основных принципов и подходов при составлении теоретической схемы базирования детали;
- коллективное рассмотрение примера составления теоретической схемы базирования детали;
- самостоятельная работа студентов по составлению теоретической схемы базирования детали, указанной преподавателем на сборочном чертеже, выданном преподавателем.

Методика проведения занятия:

1. Студент в 12-листовой тетради выполняет эскиз детали, заданный преподавателем.
2. На эскизе детали расставляет знаки базирования.
3. Под эскизом детали указывает классификацию каждой базы по назначению, по числу отнимаемых степеней свободы, по конструктивному оформлению.

Например:

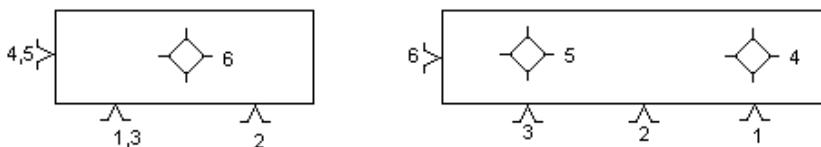


Рис. 1. Теоретическая схема базирования призматической детали

Опорные точки 1,2,3 – конструкторская, установочная, явная база, лишает деталь 3-х степеней свободы (перемещения вдоль одной координатной оси и вращения вокруг двух других

осей);

Опорные точки 4,5 – конструкторская, направляющая, явная база, лишает деталь 2-х степеней свободы (перемещения вдоль одной координатной оси и вращения вокруг другой оси);

Опорная точка 6 – конструкторская, опорная, явная база, лишает деталь 1 степени свободы (перемещения вдоль одной координатной оси).

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

«КЛАССИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИЗДЕЛИЯ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНОМУ НАЗНАЧЕНИЮ»

При подготовке к практическому занятию студент должен изучить тему «Кинематические и размерные связи в машине и их связь с точностью деталей и соединений», изложенную в п. 2.2 учебного пособия /1/ или соответствующей темы лекции.

Целью практического занятия является: закрепление теоретических знаний лекционного курса; приобретение навыков и умений по составлению классификации поверхностей детали по назначению.

Средства достижения целей практического занятия:

- пояснение преподавателем общей методики основных принципов и подходов при составлении классификации поверхностей детали по назначению;
- коллективное рассмотрение примера составления классификации поверхностей детали по назначению;
- самостоятельная работа студентов по составлению классификации поверхностей детали по назначению.

Методика проведения занятия:

1. Студент в 12-листовой тетради выполняет эскиз детали, используемой на предыдущем практическом занятии с необходимым количеством разрезов и сечений.

2. Студент нумерует все элементарные поверхности, из набора которых составлена деталь.

3. Студент внимательно изучает сборочный чертеж, в который входит данная деталь и выделяет у нее исполнительные поверхности (ИП), основную базу (ОБ), вспомогательные базы (ВБ) и свободные поверхности (СП). Следует помнить, что ИП - поверхности, с помощью которых деталь выполняют свое служебное назначение; ОБ – поверхности, определяющие в машине положение самой детали; ВБ – поверхности, определяющие положение деталей, присоединяемых к данной детали; СП – поверхности, свободные от соприкосновения с другими деталями.

4. Под эскизом детали студент все поверхности детали классифицирует по назначению.

Например:

Основы технологии производства

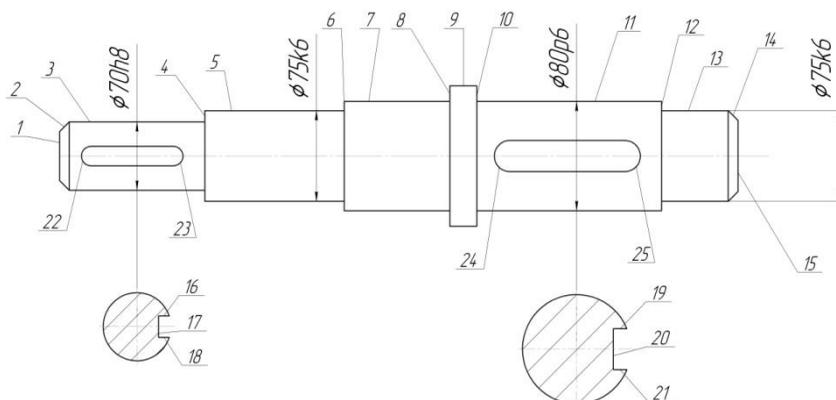


Рис. 2. Нумерация поверхностей вала.

ИП – нет;

ОБ – комплект поверхностей 5,6,13, которые определяют положение вала в СЕ;

ВБ1 - комплект поверхностей 3,4, которые определяют положение шкива, присоединяемого к валу;

ВБ2 - участок поверхности 5, который определяет положение манжеты, присоединяемой к валу;

ВБ3 - комплект поверхностей 10,11, которые определяют положение зубчатого колеса, присоединяемого к валу;

ВБ4 - участок поверхности 11, который определяет положение втулки, присоединяемой к валу;

ВБ5 - комплект поверхностей 19,20,24, которые определяют положение шпонки, присоединяемой к валу;

ВБ6 - комплект поверхностей 16,17,22, которые определяют положение шпонки, присоединяемой к валу;

СП – 1,2,7,8,9,12,14,15,18,21,23,25.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5 «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН»

При подготовке к практическому занятию студент должен изучить тему «Качество поверхности деталей машин», изложенную в п.4 учебного пособия /1/ или соответствующей темы лекции.

Целью практического занятия является: закрепление теоретических знаний лекционного курса; приобретение навыков и умений по расчету основных параметров шероховатости поверхности.

Средства достижения целей практического занятия:

- пояснение преподавателем общей методики основных принципов и подходов при определении основных параметров шероховатости поверхности;
- самостоятельная работа студентов по расчету основных параметров шероховатости поверхности.

Методика проведения занятия:

1. Преподаватель раздает студентам профилограммы реальных деталей с указанием тех параметров шероховатости поверхности, которые необходимо определить.
2. Студент задается пределами базовой длины на профилограмме.
3. По приведенным ниже формулам студент производит необходимые расчеты с подробным их описанием в тетради. При расчетах следует учитывать горизонтальное и вертикальное увеличение, указанное на задании. Все параметры шероховатости определяются в мкм.
4. Преподаватель проверяет правильность расчетов.

Микрогеометрия (шероховатость) – это геометрия малых больших участков поверхности (микронеровностей), образующихся в результате взаимодействия обрабатываемой поверхности и элемента режущего инструмента или рабочих средств.

Шероховатость поверхности – это совокупность неровностей, с относительно малыми шагами на базовой длине.

Базовая длина l – длина базовой линии, используемая для выделения неровностей, характеризующих шероховатость поверхности.

Базовой линией служит средняя линия.

Средняя линия m – базовая линия, имеющая форму но-

минального профиля и проведенная так, что в пределах базовой длины среднее квадратичное отклонение профиля от этой линии минимально.

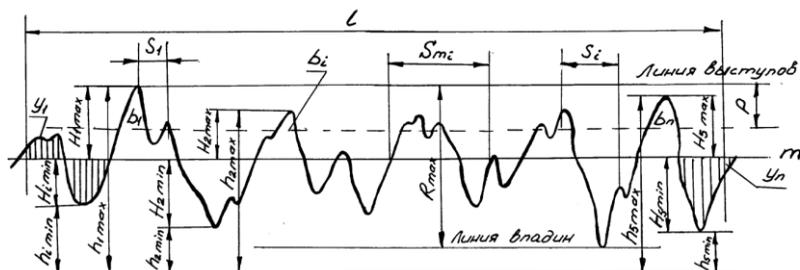


Рис.3. Профиль шероховатости поверхности и его характеристики

Выступы и впадины профиля – части профиля, ограниченные контуром реальной поверхности и средней линией.

Шаг неровностей профиля по вершинам S_i – длина отрезка средней линии между проекциями на неё двух наивысших соседних выступов.

Средний шаг неровностей S_m и *средний шаг неровностей по вершинам профиля* S – среднее арифметическое значение шага неровностей соответственно по средней линии и по вершинам неровностей в пределах базовой длины.

$$S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{mi} \quad S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i$$

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a – среднее арифметическое значение абсолютных отклонений профиля от средней линии в пределах базовой длины.

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx \quad \text{или} \quad R_a \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

Высота неровностей по десяти точкам R_z – сумма средних абсолютных отклонений точек пяти наибольших минимумов и пяти наибольших максимумов в пределах базовой длины.

$$R_z = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 |H_{i\max}| + \sum_{i=1}^5 |H_{i\min}| \right)$$

Наибольшая высота неровностей профиля R_{\max} – расстоя-

ние между линиями выступов и впадин профиля в пределах базовой длины.

Опорная длина профиля η_p – суммарная толщина выступов, полученная в результате пересечения выступов профиля линии m_p , эквидистантной средней линии

$$\eta_p = \sum_{i=1}^n b_i$$

Относительная опорная длина профиля t_p отношение опорной длины профиля к базовой линии

$$t_p = \frac{\eta_p}{l}$$

Уровень сечения профиля p – расстояние между линией выступов профиля и линией, пересекающей профиль

$$p = (5-90) R_{\max}\%$$

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6 «ВЫБОР ПЛАНА ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛИ»

При подготовке к практическому занятию студент должен изучить темы «Этапы технологического процесса механической обработки», «Технологические возможности методов обработки типовых поверхностей», изложенные в п.п. 1.10, 5 учебного пособия /1/ или соответствующих тем лекций.

Целью практического занятия является: закрепление теоретических знаний лекционного курса; приобретение навыков и умений по формированию планов обработки поверхности, выбору методов и средств их обработки;

Средства достижения целей практического занятия:

- пояснение преподавателем общей методики основных принципов и подходов при выборе способов и средств обработки отдельных поверхностей деталей;

- коллективное рассмотрение примера выбора способа и средств обработки поверхностей детали под руководством преподавателя;

- самостоятельная работа студентов по выбору плана обработки поверхности детали по указанию преподавателя.

Методика выбора плана обработки заданной поверхности детали и определение необходимого числа переходов:

1. Преподаватель выдает студенту заводской чертеж детали, с указанием для какой поверхности необходимо произвести выбор плана обработки поверхности.

2. Следует определить требуемую величину уточнения, которую надо обеспечить в результате обработки:

$$\varepsilon_T = \frac{T_3}{T_D},$$

где T_3 - погрешность заготовки (для всех студентов следует принять $T_3 = 1,6$ мм);

T_D - погрешность детали (определяется из чертежа детали).

3. Затем исходя из конфигурации, размеров, точности и шероховатости поверхности выбирается способ окончательной обработки заданной поверхности детали, обеспечивающий получение требуемой точности и шероховатости, по таблице 1.

4. Затем определяется величина уточнения за каждый назначенный переход или операцию, как отношение точности на предшествующем переходе к выполняемому:

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

Уточнение за один переход не может быть больше 5.

5. Общее уточнение находится как произведение уточнений за каждый переход:

$$\varepsilon_{\text{общ}} = \prod_{i=1}^n \varepsilon_i$$

6. Проверяется требуемая точность детали (поверхности) если обеспечивается при выполнении условия: $\varepsilon_{\text{общ}} \geq \varepsilon_T$.

Пример:

Разрабатываем план обработки поверхности $\varnothing 47H7^{(+0,025)}$ с $Ra=1,25$ мкм с помощью уточнения. Размер заготовки $\varnothing 43 \pm 1,2$ мм. Определим требуемое уточнение как величину отношения допусков заготовки и детали:

$$\varepsilon_{\text{зад}} = T_{\text{заг}} / T_{\text{дет}} = 2,4 / 0,025 = 96$$

Назначим план обработки поверхности и определим уточнение за каждые переход

1. Растачивание черновое $\varnothing 46H14^{(+0,62)}$, $Ra=12,5$ мкм

$$\varepsilon_1 = T_{\text{заг}} / T_1 = 2,4 / 0,62 = 3,8709$$

2. Растачивание получистовое $\varnothing 46,5H11^{(+0,160)}$, $Ra=6,3$ мкм

$$\varepsilon_2 = T_1 / T_2 = 0,62 / 0,16 = 3,875$$

3. Растачивание чистовое $\varnothing 46,9H9^{(+0,062)}$, $Ra=2,5$ мкм

$$\varepsilon_3 = T_2 / T_3 = 0,16 / 0,062 = 2,581$$

4. Шлифование $\varnothing 47H7^{(+0,025)}$, $Ra=1,25$ мкм

$$\varepsilon_4 = T_3 / T_4 = 0,062 / 0,025 = 2,48$$

Определим общее уточнение за операцию как произведение уточнений

за каждый переход

$$\varepsilon_{\text{общ}} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 \cdot \varepsilon_4 = 3,8709 \cdot 3,875 \cdot 2,581 \cdot 2,48 = 95,996$$

Так как общее уточнение равно требуемому, то, следовательно, требуемая точность предложенным планом обработки обеспечивается.

Основы технологии производства

Таблица 1 – Точность и шероховатость методов механической обработки.

Метод обработки	Шероховатость, мкм		Квалитет точности	
	Ra	Rz	Диаметральный размер	Линейный размер
1	2	3	4	5
Обтачивание на токарных станках:				
черновое	40...20	160...80	12,13,14	13,14
получистовое	20...5	80...20	9,10,11	11,12
чистовое	10...2,5	40...10	7,8	-
тонкое	1,25...0,63	6,3...3,2	6	-
Фрезерование и строгание:				
черновое стали	20	80	-	12
1	2	3	4	5
черновое чугуна	10	40	-	11
чистовое стали	5	20	-	11
чистовое чугуна	1,25	6,3	-	10
чистовое повышенной точности				
стали	1,25	6,3	-	9
чугуна	0,63	3,2	-	8
Шлифование				
черновое	2,5...1,25	10...6,3	9	9
получистовое	1,25	6,3	8,7	8,7
чистовое	1,25...0,63	6,3...3,2	6,7	6,7
тонкое	0,63...0,16	3,2...0,8	5,6	-
Растачивание				
черновое	20...10	80...40	12	14,15,16,17
чистовое	5...2,5	20...10	11	11,12,13

Основы технологии производства

чистовое на агрегатных станках	2,5...1,25	20	8,9	9,10
тонкое или алмазное	1,25...0,32	6,3...1,6	6,7	7,8,9
координатно-расточное	1,25...0,32	6,3...1,6	6,7	7,8,9
Сверление				
без кондуктора	20	80	12,13,14	-
по кондуктору	5	20	10,11	-
Зенкерование				
черновое	20...10	80...40	12	-
однократное	10	40	11,10	-
чистовое	5	20	9,10	-
Развертывание				
нормальное	2,5	10	9	
точное	1,5	6,3	6,78	
тонкое	0,63	3,2		
Протягивание				
черновое	2,5	10	11,10	7,8,9,10
чистовое	1,25	6,3	7,8	7,8
Хонингование	0,32...0,04	1,6...0,2	6,7	-
Притирка, тонкое шабрение	0,32...0,04	1,6...0,2	5	3

Таблица 2. Допуски для размеров до 500 мм.

Номинальные размеры, мм	Квалитеты													
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
	Допуски, мкм													
До 3	4	6	10	14	25	40	60	120	140	250	400	600	1000	
Св.3 до 6	5	8	12	18	30	48	75	140	180	300	480	750	1200	
Св.6 до 10	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500	
Св.10 до 18	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800	
Св.18 до 30	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100	
Св.30 до 50	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500	
Св.50 до 80	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000	
Св.80 до 120	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500	
Св.120 до 180	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000	
Св.180 до 250	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600	
Св.250 до 315	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200	
Св.315 до 400	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600	5700	
Св.400 до 500	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1560	2500	4000	6300	

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7 «НОРМИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ»

При подготовке к практическому занятию студент должен изучить тему «Этапы проектирование технологического процесса изготовления детали», изложенную в п. 6.3 учебного пособия /1/ или соответствующей темы лекций.

Целью практического занятия является: закрепление теоретических знаний лекционного курса; приобретение навыков и умений по расчету норм времени для операции механической обработки.

Средства достижения целей практического занятия:

- пояснение преподавателем общей методики расчета нормы времени;
- коллективное рассмотрение примера расчета нормы времени;
- самостоятельная работа студентов по расчету нормы времени по указанию преподавателя.

Методика проведения практического занятия:

1. Студент получает у преподавателя индивидуальное задание по расчету нормы штучно-калькуляционного времени для конкретной операции механической обработки.

2. По аналитическим зависимостям студент рассчитывает основное время обработки по формулам:

$$\text{Для токарных и сверлильных работ: } T_o = \frac{L}{nS} i$$

$$\text{для фрезерования: } T_o = \frac{L}{S_M}$$

$$\text{для резьбонарезания: } T_o = \left(\frac{L}{np} + \frac{L}{n_{всн} p} \right) i,$$

$$\text{для шлифования наружного } T_o = \frac{L}{n_D \cdot S_{РАД}} K,$$

$$\text{для шлифования внутреннего } T_o = \frac{L}{n_D \cdot S_B \cdot B_K} i \cdot K,$$

где L – сумма длины рабочего хода, длины врезания и перебега инструмента $L = L_{px} + L_{ep} + L_{неp}$,

- n – частота вращения,
 S – подача,
 S_m – минутная подача,
 p – шаг нарезаемой резьбы,
 $n_{всп}$ – частота вспомогательного движения,
 i – число рабочих ходов;
 $S_{рад}$ – радиальная подача инструмента,
 B_k – ширина шлифовального круга.
 K - коэффициент выходаживания, $K=1,2...1,5$.

3. Студент определяет оперативное время по формуле (суммы основного и вспомогательного времени):

$$T_{оп} = T_o + T_v.$$

4. Производится расчет штучного времени:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{обсл} + T_{отд} = T_{оп} + T_{обсл} + T_{отд},$$

где $T_{отд}$ - время на отдых, принимается 5% от $T_{оп}$

$T_{обсл}$ - время на обслуживание рабочего места, принимается 4% от $T_{оп}$.

5. Для серийного производства, определяется норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n},$$

где n – размер партии изделия.

6. Расчет оформляется в тетради, проверяется и подписывается преподавателем.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8 «ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ»

При подготовке к практическому занятию студент должен изучить тему «Этапы проектирование технологического процесса изготовления детали», изложенную в п. 6.3 учебного пособия /1/ или соответствующей темы лекций.

Целью практического занятия является: закрепление теоретических знаний лекционного курса; ознакомление с технологической документацией механической обработки детали.

Методика проведения практического занятия:

Занятие является ознакомительным. Поэтому преподаватель приносит на занятие пустые бланки маршрутной карты технологического процесса, карты эскизов, операционной карты. Преподаватель поясняет на доске как следует заполнять перечисленные бланки. Затем преподаватель показывает заполненные заводские бланки технологического процесса механической обработки конкретной детали.

Практическое занятие считается выполненным, если студент присутствовал на нем и ответил на вопросы преподавателя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давыдова И.В. Основы технологии производства: Учеб. пособие. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2015.