

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Методические рекомендации для
самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Б1.В.16 Технология сельскохозяйственного машиностроения

Направление подготовки 35.03.06. Агроинженерия

Профиль образовательной программы Технический сервис в АПК

Форма обучения очная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Организация самостоятельной работы	3
1.1 Организационно-методические данные дисциплины	3
2. Методические рекомендации по выполнению курсовой работы (проекта)	4
2.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта).	4
2.2 Порядок и сроки выполнения курсовой работы (проекта).	5
2.3 Структура курсового проекта:	5
2.4 Требования к оформлению курсовой работы (проекта).	6
2.5 Критерии оценки:	7
2.6 Рекомендованная литература.	7
3. Методические рекомендации по самостоятельному изучению вопросов	24
3.1 Технологическая подготовка производства: основные понятия и определения	24
3.2 Проектирование технологических процессов механической обработки	24
3.3 Выбор заготовок и методов их изготовления	25
3.4 Расчет операционных припусков	25
3.5 Основы технического нормирования. Оценка технологичности конструкций деталей и машин	25
3.6 Расчет операционных режимов резания	25
3.7 Технологическая документация и её оформление	26
3.8 Типы и организационные формы производства	26
3.9 Изготовление деталей рабочих органов и трансмиссий сельскохозяйственных машин	26
3.10 Технологичность конструкций машин и деталей	27
3.11 Базы и базирование. Выбор технологических баз	27
3.12 Жесткость и податливости технологической системы и их влияние на формирование погрешностей обработки	27
3.13 Систематические и случайные погрешности механической обработки	28
3.14 Основные понятия о технологических процессах сборки. Сборка типовых соединений.	39
3.15 Сборка сельскохозяйственных машин. Механизация и автоматизация сборочных работ	29
3.16 Проектирование технологической оснастки	30
3.17 Технологический анализ производства. Методы достижения технологичности изделий машиностроения.	30
3.18 Технологическая гибкость производства. Производственная мощность предприятия	31

1. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1.1. Организационно-методические данные дисциплины

№ п. п.	Наименование темы	Общий объем часов по видам самостоятельной работы				
		подготовка курсового проекта (работы)	подготовка реферата/эссе	индивидуальные домашние задания (ИДЗ)	самостоятельное изучение вопросов (СИБ)	подготовка к занятиям (ПкЗ)
1	2	3	4	5	6	7
1.	Тема 1 Технологическая подготовка производства: основные понятия и определения	1	x		1	
2.	Тема 2 Проектирование технологических процессов механической обработки	1	x		1	
3.	Тема 3 Выбор заготовок и методов их изготовления		x		1	
4.	Тема 4 Расчет операционных припусков	1	x		1	
5.	Тема 5 Основы технического нормирования. Оценка технологичности конструкций деталей и машин	1	x		1	
6.	Тема 6 Расчет операционных режимов резания	1	x		1	
7.	Тема 7 Технологическая документация и её оформление	1	x		1	
8.	Тема 8 Типы и организационные формы производства	1	x		1	
9.	Тема 9 Изготовление деталей рабочих органов и трансмиссий сельскохозяйственных машин.		x		1	
10.	Тема 10 Технологичность конструкций машин и деталей.	1	x		1	
11.	Тема 11	2	x		1	

	Базы и базирование. Выбор технологических баз					
12.	Тема 12 Жесткость и податливости технологической системы и их влияние на формирование погрешностей обработки	2	x		1	
13.	Тема 13 Систематические и случайные погрешности механической обработки	2	x		1	
14.	Тема 14 Основные понятия о технологических процессах сборки. Сборка типовых соединений		x		1	
15.	Тема 15 Сборка сельскохозяйственных машин. Механизация и автоматизация сборочных работ	2	x		1	
16.	Тема 16 Проектирование технологической оснастки	2	x		1	
17.	Тема 17 Технологический анализ производства. Методы достижения технологичности изделий машиностроения	1	x		1	
18.	Тема 18 Технологическая гибкость производства. Производственная мощность предприятия	1	x		1	

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ (ПРОЕКТА).

2.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта).

Целью курсового проекта является систематизация и закрепление теоретических знаний, а также получение студентом практических навыков в проектировании технологических процессов изготовления детали и сборки узла машины. При курсовом проектировании особое внимание уделяется самостоятельному творчеству студента с целью развития его инициативы в решении технических и организационных задач, а также детального и творческого анализа существующих технологических процессов. Основная задача при этом заключается в том, чтобы при работе над курсовым проектом

были внесены предложения по усовершенствованию существующей технологии, оснастки, организации и экономики производства, значительно опережающие современный производственный процесс изготовления детали, на которую выдано задание. Поэтому для выполнения поставленной задачи необходимо изучить прогрессивные направления развития технологических методов и средств

Выполнение курсового проекта представляет собой решение целого комплекса тесно взаимосвязанных экономических, технических, технологических, организационных и других вопросов. Поэтому курсовое проектирование позволяет студенту приобрести навыки самостоятельного решения комплексных инженерных задач.

2.2 Порядок и сроки выполнения курсовой работы (проекта).

- Курсовая работа должна быть представлена на кафедру не позже, чем за 3 дня до защиты и защищен в сроки, установленные кафедрой. В противном случае студент может быть не допущен к сдаче экзаменов.
- Конкретный срок защиты согласуется с преподавателем.
- На защите кроме руководителя могут присутствовать другие преподаватели, а также бакалавры.
- Защита состоит из следующих этапов:
- ответы на вопросы преподавателя, а также всех присутствующих на защите; оценка работы преподавателем.
- В выступлении бакалавр должен отразить следующие моменты: обоснование выбора темы, ее актуальность; обзор и характеристика использованных источников; краткое изложение содержания работы в соответствии с его планом; выводы и рекомендации.

2.4 Структура курсового проекта:

В состав курсового проекта входят: Расчетно-пояснительная записка (объемом 25...30 ст.; шрифт Times New Roman №14; межстрочный интервал 1,5) и 3 листа формата А1 проект должен содержать:

- 1) характеристику детали (название, назначение, марка материала, твердость, точность и шероховатость основных поверхностей, характеристика условий работы);
- 2) Проектирование технологического процесса на изготовление детали.
- 3) характеристику сборочной единицы (название, назначение, наименование и марка изделия, в которую входит характеристика условий работы);
- 4) характеристику производства (объем годового выпуска, такт, тип производства);
- 5) расчеты по проектированию заготовки;
- 6) обоснование принятых методов обработки, выбора оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструмента в зависимости от конструкции и размеров детали, масштаба производства и других факторов;
- 7) расчет режимов резания и норм времени (3–4 операции), обоснование разряда работ;

8) расчет количества станков (3–4 операции), необходимых для выполнения производственной программы;

9) описание конструкции и необходимые расчеты по выбору приспособлений и инструментов;

10) оценку технико-экономической эффективности разработанного технологического процесса (по коэффициентам использования материала, станка и др.);

11) выводы;

12) список использованной литературы, оглавление, приложения и опись листов, входящих в проект.

Листы формата А1 со следующей разбивкой:

1. Чертеж детали, заготовки и схема расположения операционных полей припусков, допусков на размер поверхности вала или отверстия обработанных по 6-ому качеству точности – 1 лист;

2. Технологическая документация (маршрутная карта, операционные карты и карты эскизов к соответствующим операционным картам) – 1 лист;

3. Схема сборки изделия (сборочной единицы) – 1 лист.

2.4 Требования к оформлению курсовой работы (проекта).

1. Характеристика детали (название, назначение, марка материала, твердость, точность и шероховатость основных поверхностей, характеристика условий работы).

В процессе проектирования студент должен ознакомиться с конструкцией детали, ее назначением и условиями работы в узле или механизме. Все эти вопросы должны быть изложены в соответствующем разделе расчетно-пояснительной записки.

Для технически грамотного и обоснованного изложения этого раздела необходимо изучить чертежи общих видов узлов и механизмов, дать описание назначения самой детали, основных ее поверхностей и влияния их взаимного расположения, точности и чистоты обработки на качество работы механизма, для которого изготавливается деталь. Если назначение детали неизвестно, то следует описать его по своему соображению, о чем сделать соответствующую оговорку. Говоря о поверхностях, необходимо присваивать каждой из них буквенные или цифровые обозначения. Эти же обозначения должны быть нанесены на соответствующие поверхности на чертеже. Далее следует определить отклонения на размеры и поверхности, отсутствующие на чертеже (на свободные размеры, неуказанные отклонения формы и расположения), для последующей записи их в технологические карты.

Из описания назначения и конструкции детали должно быть ясно, какие поверхности и размеры имеют основное, решающее значение для служебного назначения детали и какие — второстепенное.

Кроме того, необходимо высказать свои соображения относительно правильности выбора материала для данных условий работы детали в узле и целесообразности его замены другими марками и какими именно.

2) Проектирование технологического процесса на изготовление детали.

Общие правила разработки технологических процессов определяются

ГОСТом 14.301-83. Этим стандартом определены основные этапы:

- анализ исходных данных;
- определение типа производства;
- определение класса детали и выбор аналога типового или группового процесса;
- выбор исходной заготовки и методов её изготовления;
- выбор технологических баз;
- план обработки отдельных поверхностей;
- составление технологического маршрута обработки;
- разработка технологических операций (назначение режимов резания);
- нормирование технологического процесса;
- определение требований техники безопасности;
- расчет экономической эффективности технологического процесса;
- оформление технологической документации.

В соответствии с ГОСТ 14.310-83 технологические процессы подразделяются на три вида: единичный, типовой и групповой.

Единичный технологический процесс – это технологический процесс изготовления или ремонта изделия одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства ГОСТ 3.1109-82

Характерен для оригинальных изделий не имеющих общих конструктивных и технологических признаков с изделиями, ранее изготовленными на предприятии .

Типовой технологический процесс – это технологический процесс изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками ГОСТ 3.1109-82

Классификация дает возможность для каждого типа деталей (круглые стержни, диски, втулки, рычаги и т.д.) выбрать типовую деталь, объединяющую размерные и конструктивные элементы. Такой метод позволяет укрупнить партии деталей, при обработке которых используется единые приспособления, измерительный и режущий инструмент, технологическое оборудование

2.5 Критерии оценки:

- правильность оформления работы;
- использование современной литературы;
- правильная формулировка целей и задач исследования;
- логичность, умение обобщать, делать выводы, аргументированно отвечать на вопросы;
- использование возможностей лабораторного оборудования, программного обеспечения;
- сроки сдачи.

2.6 Рекомендованная литература.

Основная литература,

1. Максимов, И.И. Практикум по сельскохозяйственным машинам [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.И. Максимов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60045>

Дополнительная литература.

1. Сысоев, С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А.

Левко. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 352 с. — Режим доступа:
<https://e.lanbook.com/book/71767>

ФГБОУ ВО
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Технический сервис»

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

по технологии сельскохозяйственного машиностроения

на тему: «Проектирование технологического процесса изготовления детали «Ось» с параметрами задания: годовая программа изделий $N_1 = 6000$ шт; количество деталей на изделие $m = 5$ шт; количество запасных частей $\beta = 3 \%$.

Выполнил: студент.

Проверил:

Оренбург 201__

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	10
1. Определение типа производства	11
2. Выбор заготовки	13
3. Расчет припусков	14
4. Расчет режимов резания	18
5. Определение потребного количества оборудования и построение графиков загрузки	21
6. Структура и содержание технологического процесса сборки	23
Литература	24

ВВЕДЕНИЕ

Современное сельскохозяйственное производство, базирующееся на механизации и автоматизации сельскохозяйственных процессов, может быть рентабельным не только при условии грамотной эксплуатации, но и при качественном ремонте машин и механизмов, используемой техники. Успешное решение задачи в области ремонта возможно при овладении выпускниками сельскохозяйственных вузов технологическими процессами изготовления и сборки машин на заводах автотракторного и сельскохозяйственного машиностроения, поскольку в ремонтном производстве широко используются различные способы и методы восстановления и изготовления деталей, сборочные и разборочные работы.

В связи с этим в учебном процессе курса «Технология сельскохозяйственного машиностроения» значительное место отводится самостоятельной работе студентов, в частности курсовому проектированию. Основная задача при этом заключается в том, чтобы при работе над курсовым проектом у студентов формировались навыки экономического анализа при принятии решений по выбору метода получения заготовок, вариантов технологических процессов, выбора оборудования, типа производства, на котором будет размещен заказ в соответствии с условиями рыночной экономики. Также необходимо научиться разрабатывать наиболее эффективные технологические процессы, более продуктивно использовать оборудование и приспособления для ремонта и изготовления деталей, сборки узлов и агрегатов.

1.ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА

Цель задания: научиться определять тип производства, на котором целесообразнее всего разместить заказ на изготовление детали в зависимости от её конструкции, назначения и исходных данных на проектирование

Исходные данные:

чертеж детали с размерами

годовая программа изделий $N_1 = 6000$ шт;

количество деталей на изделие $m = 5$ шт;

количество запасных частей $\beta = 3\%$.

При курсовом проектировании можно считать, что тип производства зависит от двух факторов, а именно: заданной программы и трудоёмкости изготовления изделия.

На основании исходных данных рассчитывается годовая программа

$$N = N_1 m \left(1 + \frac{\beta}{100} \right) \text{ шт.} \quad (1.1)$$

где N-годовая программа с учетом изготовления запасных частей и количества деталей в изделии.

$$N = 6000 \times 5 \times \left(1 + \frac{3}{100} \right) = 30900 \text{ шт.}$$

Далее определяется такт выпуска деталей

$$t_b = \frac{F_d 60}{N} \text{ мин/шт} \quad (1.2)$$

где $F_d = 2070$ - действительный годовой фонд времени оборудования, час [1].

$$t_g = \frac{2070 \times 60 \times 1}{30900} = 4,02 \text{ мин/шт.}$$

Назначаются технологические переходы или операции на обработку заготовки и записываются в таблицу 1.1

$$T_{шт.ср} = \frac{\sum T_{шт}}{n} \text{ мин} \quad (1.3)$$

где $T_{шт}$ - штучное время на изготовление, мин;

n - число операций.

$$T_{шт.ср} = \frac{133,06}{18} = 7,39 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = \Phi_k T_0, \text{ мин} \quad (1.4)$$

где T_0 - основное время, определяемое по приближенным формулам данным в приложении 1. Расчет приведен в таблице 1.1

Φ_k -коэффициент, учитывающий тип производства и вид обработки поверхности, приложение 1 [1]

Определяется коэффициент серийности

$$K_c = \frac{t_B}{T_{шт.ср}} \quad (1.5)$$

$$K_c = \frac{4.02}{7.39} = 0.544$$

Приняты следующие коэффициенты серийности

для массового производства $K_c \leq 1$

для крупносерийного $K_c = 2-10$

для среднесерийного $K_c = 10-20$

для мелкосерийного $K_c > 20$

Определяем тип производства для размещения заказа на изготовление детали «Винт съёмника», как **массовое**

Таблица 1.1 Приближенные формулы для норм времени по обрабатываемой поверхности

№ п/п	Наименование ТО и ТП	№ пов.	IT	То		Фк	Т _{шт} мин
				Формула	Знач-е		
1	Торцевание обдирочное	1	11	$0,000037 \cdot (D^2 - d^2)$	2,997	1,3	3,9
2	Торцевание обдирочное	8	11	$0,000037 \cdot (D^2 - d^2)$	2,664	1,3	3,46
3	Центрование	8	-	0,00052dl	0,0099	1,3	0,0129
4	Центрование	1	-	0,00052dl	0,0156	1,3	0,00203
5	Точение обдирочное	2,3,4,5,6, 7	11	0,0001dl	3,465	1,36	4,71
6	Точение обдирочное	3,4,5,6,7	11	0,0001dl	2,1	1,36	2,86
7	Точение проточки	3	-	$0,000037 \cdot (D^2 - d^2)$	0,17	1,36	0,231
8	Точение проточки	5	-	$0,000037 \cdot (D^2 - d^2)$	0,77	1,36	0,1,047
9	Точение обдирочное	6,7	11	0,0001dl	0,25	1,36	0,34
10	Торцевание чистовое	1	9	$0,000052 \cdot (D^2 - d^2)$	0,4212	1,3	0,548
11	Торцевание чистовое	8	9	$0,000052 \cdot (D^2 - d^2)$	0,3744	1,3	0,487

12	Точение чистовое	2	9	0,00017dl	0,5355	1,36	0,728
13	Точение чистовое	4	9	0,00017dl	3,03	1,36	4,12
14	Точение чистовое	6,7	9	0,00017dl	0,255	1,36	0,347
15	Снятие фаски	7	-	0,0001dl	0,0075	1,36	0,0102
16	Нарезание резьбы	6	-	0,00019dl	0,342	1,36	0,465
17	Шлифование предварительное	4	7	0,00015dl	26,73	1,55	41,43
18	Шлифование чистовое	4	6	0,00025dl	44,55	1,55	69

Где: d-диаметр, мм l-длина обрабатываемой поверхности, мм

2. ВЫБОР ЗАГОТОВКИ

При проектировании процесса изготовления детали важным вопросом является выбор рациональной заготовки, т.е. необходимо найти такой способ получения заготовки, при котором обеспечивается заданное качество готовой детали при минимальной стоимости и металлоемкости заготовки. Для того чтобы выбрать заготовку проведем сравнение двух типов заготовок и их технико-экономических показателей.

Таблица 2.1. Выбор заготовки

Наименование показателей	Вариант	
	А	В
	прокат	литая
Квалитет	15	15
Группа сложности	1	1
Масса детали, кг. q_m	8,977	8,977
Масса заготовки кг.	12,824	11,22
Коэффициент использования материала, $K_{им}$.	0,7	0,8
Стоимость материала, $Ц_0Ц_m$ руб/кг.	0,095	0,415
Стоимость стружки, руб/кг.	0,0144	0,0144
Средняя часовая заработная плата рабочих по тарифу, руб/чел.ч.	0,415	0,55
Отличительные операции Т, мин	точение	-
Основное время на отличительные операции.	3,15	-

Ценовые накладные расходы C_n , руб.	0,7	0,7
Стоимость полученной заготовки, C_m руб.	3,59	5,33

Некоторые приведенные в таблице значения:

1. Масса заготовки для штамповки находится:
 - а) Берутся размеры детали и к ним прибавляют 3 мм (это-допуск на обработку)
 - б) Рассчитывается объем детали с этими допусками, затем, умножая объем на удельный вес, получим массу заготовки.
2. Масса заготовки для проката находится:
 - а) берется максимальный диаметр изделия и прибавляется допуск на обработку.
 - б) этот размер сравнивают с ГОСТом и выбирают ближайший больший а, потом аналогичным способом находят массу.

Масса детали считается одинаково как для штамповки, так и для проката:

Берутся размеры детали и по ним считается ее объем, а далее умножая объем на удельную массу получим массу детали.

Коэффициент использования материала считается как

$$K_{им} = \frac{m_{дет}}{m_{заг}} \quad (2.1)$$

где $m_{дет}$ - масса детали, кг; $m_{заг}$ - масса заготовки, кг.

Стоимость заготовки находится как, масса заготовки умноженная на стоимость одного килограмма металла.

Проанализировав таблицу 2.1 можно сделать следующие выводы: с учетом того, что стоимость проката меньше, чем стоимость штамповки, а цена стружки производственной программы при штамповке и прокате одинакова, то с экономической точки зрения целесообразней выбрать в виде заготовки прокат.

$$C_m = q_m \cdot Ц_m - q_0 \cdot Ц_0 + T \cdot (1 + C_n / 100) \quad (2.2)$$

Стоимость заготовки изготовленной методом проката.

$$C_m = 12,824 \cdot 0,095 - 3,847 \cdot 0,0144 + 0,415 \cdot 1,206 \cdot (1 + 0,7) = 3,59 \text{ руб.}$$

Стоимость заготовки из штамповки.

$$C_m = 11,22 \cdot 0,415 - 2,243 \cdot 0,0144 + 0,55 \cdot 1,206 \cdot (1 + 0,7) = 5,33 \text{ руб.}$$

3. РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ

Порядок расчета припусков на обработку и предельных размеров по технологическим переходам и технологическим операциям

1. Пользуясь рабочим чертежом детали и картой технологического процесса механической обработки, записать в расчетную карту обрабатываемые элементарные поверхности заготовки и технологические переходы обработки в порядке последовательности их выполнения по каждой элементарной поверхности от черновой заготовки до окончательной обработки

2. Записать значения:

R_{Zi-1} высота неровностей, полученных после предыдущей технологической операции, мкм;

T_{i-1} - глубина дефектного слоя, мкм;

p_{i-1} - пространственная погрешность, образованная при выполнении предыдущего перехода, мкм;

ε_i - погрешность установки, мкм.

3. Определить расчетные величины минимальных припусков на обработку по всем технологическим переходам

Для наружных поверхностей

4. Записать для конечного перехода в графу «Расчетный размер» наименьший предельный размер детали по чертежу

5. Для перехода, предшествующего конечному, определить расчетный размер прибавлением к наименьшему предельному размеру по чертежу расчетного припуска $Z_{\min}$

6. Последовательно определить расчетные размеры для каждого предшествующего перехода прибавлением к расчетному размеру следующего за ним смежного перехода расчетного припуска $Z_{\min}$

7. Записать наименьшие предельные размеры по всем технологическим переходам, округляя их увеличением расчетных размеров;

округление производить до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода

8. Определить наибольшие предельные размеры прибавлением допуска к округленному наименьшему предельному размеру

9. Записать предельные значения припусков z_i , как разность наибольших предельных размеров и $Z_{\min}$ как разность наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов

Для внутренних поверхностей

4. Записать для конечного перехода в графу «Расчетный размер» наибольший предельный размер детали по чертежу

5. Для перехода, предшествующего конечному, определить расчетный размер вычитанием из наибольшего предельного размера по чертежу расчетного припуска $Z_{\min}$

6. Последовательно определить расчетные размеры для каждого предшествующего перехода вычитанием из расчетного размера следующего за ним смежного перехода расчетного припуска $Z_{\min}$

7. Записать наибольшие предельные размеры по всем технологическим переходам, округляя их уменьшением расчетных размеров; округление производить до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода

8. Определить наименьшие предельные размеры путем вычитания допуска из округленного наибольшего предельного размера

9. Записать предельные значения припусков как разность наименьших предельных размеров и $Z_{\min}$ как разность наибольших предельных размеров выполняемого и предшествующего переходов

Для определения минимального операционного припуска (на диаметр) для тел вращения (установленных в центрах) используют следующую формулу:

$$Z_{i\min} = 2(R_{zi-1\min} + T_{i-1\min} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (3.1)$$

где - R_{zi-1} высота неровностей, полученных после предыдущей технологической операции, мкм;

T_{i-1} - глубина дефектного слоя, мкм;

p_{i-1} - пространственная погрешность, образованная при выполнении предыдущего перехода, мкм;

ε_i - погрешность установки, мкм.

Значения R_{zi-1} и T_{i-1} для штамповки выбираются из справочной литературы [x] и заносятся в таблицу

Наименьшие предельные размеры вычисляются суммированием минимального размера на предыдущем переходе и величины минимального припуска:

$$d_{pi}=d_{pi-1}+Z_{min} \quad (3.2)$$

Наибольшие предельные размеры вычисляются суммированием наименьшего размера и величины допуска:

$$d_{max} = d_{min}+\delta \quad (3.3)$$

Максимальные значения припусков определяют как разность наибольших предельных размеров:

$$Z_{max}=d_{maxi}-d_{maxi-1} \quad (3.4)$$

Минимальные значения припусков определяет как разность наименьших предельных размеров:

$$Z_{min}=d_{mini}-d_{mini-1} \quad (3.5)$$

Наименование технической операции или перехода берется из таблицы 1.1

Допуск δ берется из ГОСТа 25347-82 d_{min} принимается равным расчетному размеру d_p ,

Таблица 3.1 Таблица расчета припусков

Наименование ТО и ТП	№ пов	IT	Элементы припуска, мкм			$Z_{\min}$ мкм	δ мкм	Допуск мм	Предельные значения, мм		Предельные припуски	
			R_z	T	ρ				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$Z_{\min}$, мкм.	$Z_{\max}$, мкм.
Заготовка	1	15	200	300	251	-	386,293	2,3	386,293	388,293	-	-
Торцевание черновое	1	11	100	100	15	1003	385,29	0,36	385,29	385,65	1003	2643
Торцевание чистовое	1	9	50	50	12	430	384,86	0,14	384,86	385	430	650
Заготовка	2	15	200	300	251	-	91,346	1,4	91,348	92,748	-	-
Точение обдирочное	2	11	100	100	15	1003	90,343	0,22	90,343	90,563	1003	2185
Точение чистовое	2	9	50	50	12	430	89,913	0,087	89,913	90	430	563
Заготовка	4	15	500	300	251	-	61,718	1,4	61,718	63,118	-	-
Точение обдирочное	4	11	100	100	15	1003	60,715	0,19	60,715	60,905	1003	2213
Точение чистовое	4	9	50	50	12	430	60,285	0,074	60,285	60,359	430	546
Шлифование предв.	4	7	10	20	10	224	60,061	0,03	60,061	60,091	224	268
Шлифование тонкое	4	6	5	15	5	80	59,981	0,019	59,981	60	80	91
Заготовка	6	15	200	300	251	-	51,371	1,4	51,371	52,771	-	-
Точение обдирочное	6	11	100	100	15	1003	50,368	0,16	50,368	50,528	1003	2243
Точение чистовое	6	9	50	50	12	430	49,938	0,062	49,938	50	430	528
Заготовка	8	15	200	300	251	-	386,293	2,3	386,293	388,293	-	-
Торцевание черновое	8	11	100	100	15	1003	385,29	0,36	385,29	385,65	1003	2643
Торцевание чистовое	8	9	50	50	12	430	384,86	0,14	384,86	385	430	650

4.РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

Под режимами резания понимают следующие параметры: глубина резания, число проходов, подача и скорость резания. Режимы резания, исходя из свойств обрабатываемого и инструментального материалов, геометрических параметров режущей части инструментов и периода стойкости инструментов, качественных показателей обрабатываемых поверхностей детали и технологических возможностей используемого оборудования.

Глубину резания следует брать равной припуску на обработку на данной операции. Если припуск нельзя снять за один проход, число проходов должно быть возможно меньшим. При чистовом точении (до 5-го класса шероховатости поверхности) глубину резания берут в пределах 0,5. . 2 мм. Для получения при точении 6—7-го класса шероховатости поверхности глубина резания назначается в пределах 0,1. . 0,4 мм.

После назначения глубины резания следует выбрать максимально технологически допустимую подачу (с учетом класса шероховатости обработанной поверхности, мощности и прочности станка, жесткости обрабатываемой детали и прочности резца). Работать с подачами, меньшими, чем максимально технологически допустимые, непроизводительно. При чистовой обработке подача обычно ограничивается классом шероховатости поверхности обработанной детали.

Назначение скорости резания производится после того, как выбраны глубина резания и подача. Скорость (м/мин) резания рассчитывают по формул

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} S^y} \text{ м/мин} \quad (4.1)$$

или определяют по справочным таблицам с учетом всех необходимых поправочных коэффициентов. По полученной расчетом скорости резания определяют расчетную частоту вращения шпинделя станка (или обрабатываемой детали).

$$n = 1000 \cdot V / \pi \cdot D \text{ об/мин} \quad (4.2)$$

По расчетной частоте вращения n_p определяют ближайшую меньшую или равную частоту вращения шпинделя, имеющуюся в паспорте станка (фактическую частоту вращения.. Затем вычисляют скорость резания (м/мин)

Выбранный режим резания проверяют по мощности.

$$N_p \leq N_{\text{шп}} = N_M \cdot \eta \quad (4.3)$$

где N_M —мощность электродвигателя; .

Если расчетная мощность резания окажется больше мощности на шпинделе, то скорость резания должна быть уменьшена.

При проточке фаски работа проводится с ручной подачей и без изменения чисел оборотов предыдущей или последующей обработки.

Минутная подача определяется по формуле:

$$S_m = n \cdot S_o, \text{ мм/мин} \quad (4.4)$$

Где S_o - подача на один оборот изделия или инструмента , мм/об

l - длина участка поверхности который обрабатывается, чертежный размер, мм

L - длина рабочего хода, с учетом врезания и перебега режущего инструмента, мм

T - стойкость инструмента

Число проходов зависит от глубины резания, если глубина резания более 2мм то число проходов возрастает до 2 и так далее.

Подача расчетная [4], а паспортная подача берется со станка

Скорость резания V_p [4]

n_p - находится по формуле:

$$n_p = \frac{V_p \cdot 1000}{\pi D} \quad (4.5)$$

n_n - паспортные обороты станка [4]

V_n - находится по формуле:

$$V_n = \frac{\pi D n_n}{1000} \quad (4.6)$$

$S_{\min}$ - считается по формуле:

$$S_{\min} = S_{\text{пасп}} \cdot n_{\text{пасп}} \quad (4.7)$$

T_o - считается по формуле:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_{\text{наст}} \cdot S_{\text{наст}}} \quad (4.8)$$

T_d - считается по формуле:

$$T_d = \frac{(T_o + T_e) \cdot k}{100} \quad (4.9)$$

$T_{\text{шт}}$ - считается по формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_v + T_d \quad (4.10)$$

Режимы резания приведены в таблице

Таблица 4.1 Сводная таблица режимов резания

ТО или ТП	№ пов.	IT	t, мм.	l, мм	L, мм.	S, мм/об		Скорость резания, м/мин				S _{мин} мм/мин	T _О	T _В	T _д	T _{шт}	P _z , Н	N, кВт	
						S _{расч}	S _{пасп}	V _Р	n _Р	n _ф	V _ф							мин	
Торцевание черновое	1,8	11	1,003	45	48,5	0,35	0,39	95,2	336	305	86	119	0,41	1,56	0,03 28	2,00 28	978	1,4	7
Торцевание чистовое	1,8	9	0,43	45	47	0,1	0,17	154,7	546	380	108	64,6	0,73	1,26	0,05 84	2,05	183	0,33	7
Точение обдирочное	2	11	1,003	35	38,5	0,3	0,3	107,1	378	305	86	91,5	0,42	1,56	0,03 36	2,01 36	752	1,1	7
Точение чист	2	9	0,43	35	37	0,2	0,21	134,3	475	380	108	80	0,46	1,26	0,03 68	1,76	226	0,4	7
Точение Обдирочное	3,4	11	1,003	300	303,5	0,5	0,52	88,4	469	380	71	197,6	23,1	1,56	0,12 32	24,7 8	1304	1,53	7
Точение чист.	3,4	9	0,43	300	302	0,15	0,17	149,6	792	770	145	130,9	2,3	1,26	0,18 4	3,74 4	187	0,43	7
Шлифование предв.	4	7	0,08	297	247	25	25	30	1670	1670	30	41750	0,05	1,2	0,11	1,36	1623	0,87 5	7
Шлифование тонкое	4	6	0,01	297	247	15	15	30	1670	1670	30	25050	0,8	0,2	0,11	1,11	1623	0,87 5	7
Точение обдирочное	6,7	11	1,003	50	53,5	0,5	0,52	88,4	562	480	75	250	0,21	1,56	0,01 68	1,78 68	1304	0,97	7
Точение чист.	6,7	9	0,43	47	49	0,1	0,11	173,4	1103	960	151	105,6	0,46	1,26	0,03 68	1,75 6	118	0,3	7
Точение проточки	3,5	11	3	3	3	0,13	0,13	61,2	324	305	57	39	0,07 6	1,56	0,00 6	1,64 2	975	0,9	7
Нарезание резьбы	6		1,3	47	47	2	2	12,7	81	76	11	152	1,12	0,8	0,04 5	1,95	864	1.2	7

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ И ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ ЗАГРУЗКИ.

Правильный выбор оборудования определяет его рациональное использование во времени, т.е. необходимо выбрать станки по их производительности таким образом, чтобы исключить их простой. С этой целью определяют критерии, показывающие степень использования каждого станка в отдельности и всех вместе по разработанному технологическому процессу.

Расчетное количество станков определяется как отношение штучного времени на данную операцию $T_{шт}$ к такту выпуска t_b :

$$m_p = \frac{T_{шт}}{t_b} \quad (5.1)$$

$$t_b = 4,02$$

Для токарной обработки $T_{шт} = 45,1$ мин

$$m_p = \frac{45,1}{4,02} = 11,3$$

Принимаем 12 станков.

Для шлифовальной обработки $T_{шт} = 3,32$ мин

$$m_p = \frac{3,32}{4,02} = 0,83$$

Принимаем 1 станок.

Подсчитываем коэффициент загрузки станка:

$$\eta_z = \frac{m_p}{m_n} \quad (5.2)$$

Использование станка при точении: $\eta_z = 0,94$

Использование станка при шлифовании: $\eta_z = 0,83$

Определяем коэффициент использования станка по основному времени:

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{шт}} \quad (5.3)$$

Для токарного станка $T_o = 29,5$ мин; $\eta_o = 0,65$.

Для шлифовального станка $T_o = 2,31$ мин; $\eta_o = 0,72$.

η_o свидетельствует о доле машинного времени в общем времени работы станка.

Коэффициент использования оборудования по мощности привода η_m представляет собой отношение необходимой мощности на приводе станка к мощности установленного электрооборудования, электродвигателя

$$\eta_m = \frac{N_p}{N_n} \quad (5.4)$$

Для токарной обработки $N_p = 1,53$ кВт, $N_n = 10$ кВт; $\eta_m = 0,22$.

Для шлифовальной обработки $N_P = 0,9$ кВт, $N_{II} = 7$ кВт, $\eta_M = 0,14$.

Графики служат наиболее наглядным способом оценки технико-экономической эффективности разработанного технологического процесса.

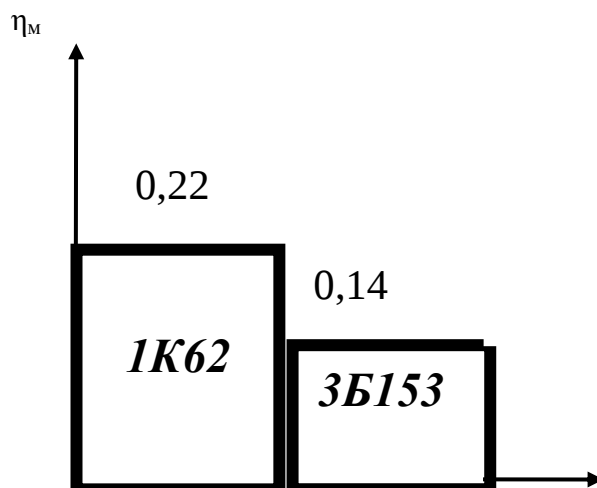
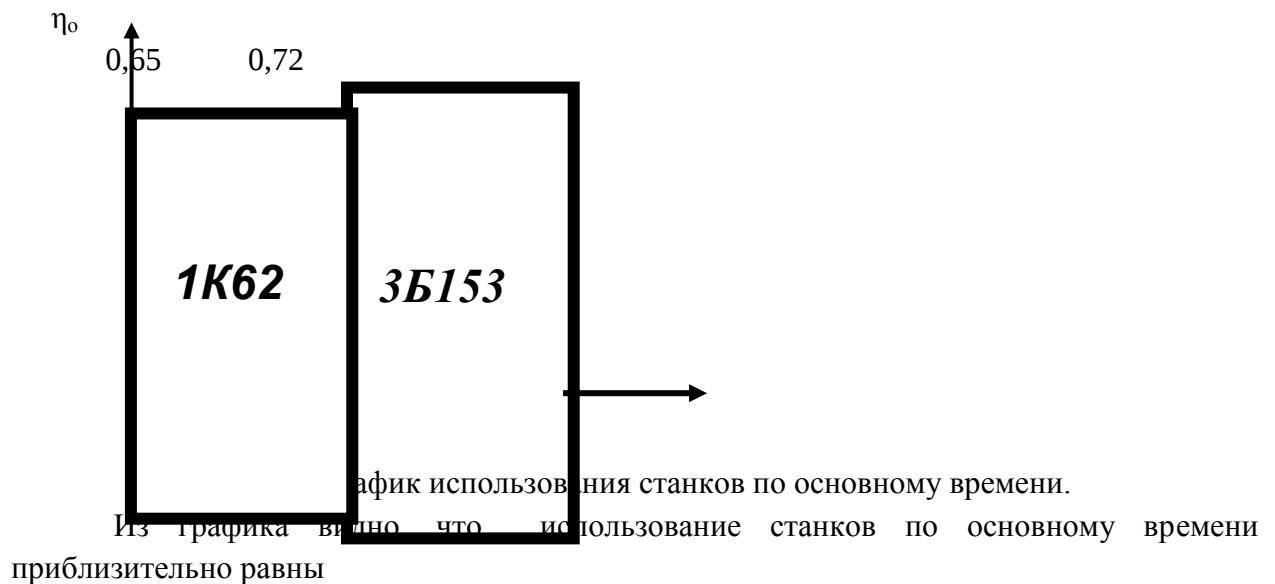


Рис. 5.3. График использования станков по мощности.

Из графика видно, что у станков используется не вся мощность. Поэтому можно, проведя расчеты, использовать другие станки с меньшей мощностью

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ.

Для определения последовательности сборки изделия и его узлов разрабатывают технологическую схему сборки. Сборочные единицы изделия, в зависимости от их конструкции, могут состоять либо из отдельных деталей, либо из узлов, подузлов и деталей. Различают подузлы первой, второй и более высоких степеней. Подузел первой степени входит в состав узла, подузел второй степени в состав подузла первой степени и т.д. Подузел последней степени состоит только из отдельных деталей.

Технологические схемы составляются отдельно для общей сборки изделия и для сборки каждого из его узлов (подузлов).

На технологических схемах каждый элемент узла обозначен прямоугольником, разделенным на три части.

В верхней части прямоугольника указано наименование элемента (детали, узла, подузла), в левой нижней - индекс элемента, а в правой нижней - число собираемых элементов.

Индексация элементов выполняется в соответствии с номерами, присвоенными деталям на сборочных чертежах изделия.

Базовыми называются элементы, с которых начинается сборка. Каждому узлу присваивается номер *n* базовой детали.

Например «Сб» 7 - узел с базовой деталью №7. Технологические схемы строят по следующему правилу:

В левой части схемы указывается базовый элемент, а в правой конечной части схемы - изделие (узел) в сборе. Эти две части соединяют горизонтальной линией. К этой линии примыкают детали, узлы и подузлы.

Литература

1. Ковшов, А.Н. Технология машиностроения: учебник/ А.Н. Ковшов. – 2 – изд., СПб.: Изд-во «Лань», 2008. – 320 с.
2. Технологические процессы в машиностроении: учебник для вузов /Богодухов С.И., Бондаренко Е.В., Схиртладзе А.Г., Сулейманов Р.М., Проскурин А.Д. Издательство: Машиностроение, 2009 г. 640 с ЭБС «Книгафонд»
3. Курсовое проектирование по технологии машиностроения /Под. ред. А.Ф. Горбачевича. Минск, «Высшая школа», 1975 - 288с.
4. Зуев А.А., Гуревич Д.Ф. Технология сельскохозяйственного машиностроения. - М.: Колос, 1980 - 256с
5. Наерман М. С. и др. Справочник молодого шлифовальщика / М.С. Наерман, Я.М. Наерман, А. Э. Исаков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. школа, 1991.
6. Матвеев В.А., Пустовалов И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве. -М.: Колос, 1979- 288с.
7. Некрасов С.С. Обработка материалов резанием. М.: Агропромиздат, 1988 - 336 с.
8. Чернышев В.П., Филатов М.И., Бурлуцкий Е.М. Технология сельскохозяйственного машиностроения. Учебное пособие по курсовому проектированию (Гриф Департамента кадровой политики и образования от 29.01.2000г). Оренбург, 2008 58 с

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ВОПРОСОВ

3.1 Технологическая подготовка производства: основные понятия и определения

- *Основные понятия и определения.*
- *Изделие и его элементы.*
- *Основные определения и структура производственных и технологических процессов: технологическая операция, технологический переход, рабочий ход, вспомогательный ход, позиция, установ.*
- *Многовариантность обработки поверхности заготовки.*

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Развитие сельскохозяйственного машиностроения в России и за рубежом. Состояние производственно-технической базы сельскохозяйственного машиностроения в АПК.

3.2 Проектирование технологических процессов механической обработки.

- *Технологическая подготовка производства: анализ исходных данных.*
- *Методы построения технологических процессов. Типизация технологических процессов.*

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Единичное производство следует рассматривать не по программе производственной партии изделий, а с учетом трудоемкости работ. Так одна турбина, самолет, корабль и т.д. выпускаются единицами в довольно продолжительное время (квартал, год) и поэтому тип их производства можно ошибочно считать единичным, если не учитывать трудоемкость изготовления сборочных единиц, узлов и агрегатов из которых они собираются.

3.3 Выбор заготовок и методов их изготовления.

- *Виды заготовок и их характеристики.*
- *Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления.*
- *Сравнительный анализ стоимости различных видов заготовок*

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Основные способы получения отливок: отливка в песчано-глинистые формы, отливка в оболочковые формы, отливка в металлические формы (кокили), литье под давлением, центробежное литье, литье по выплавляемым моделям. Поковки и штампованные заготовки — основной вид заготовок для изготовления ответственных деталей из стали и некоторых цветных сплавов, так как они обладают повышенными механическими свойствами по сравнению с отливками. Получение заготовки методомковки применяют в основном в условиях индивидуального или мелкосерийного производства, когда экономически нецелесообразно изготавливать дорогие штампы.

Прутковые заготовки часто используют для изготовления деталей на revolverных станках и автоматах. При цанговом зажиме прутков и труб применяют холоднотянутые прутки из-за их большей точности по диаметру или горячекатаный прокат, который предварительно подвергают обточке по наружному диаметру на специальных станках. Круглый прокат обычной точности выпускают диаметром 5...250 мм, повышенной точности 5...150, калиброванный 3... 100, калиброванный повышенной точности с улучшенной отделкой поверхности 0,2...30 мм.

Штампосварные заготовки представляют собой заготовки, полученные в результате сварки штампованных, литых или прокатанных заготовок.

Во всех случаях штампосварные конструкции или конструкции сварные из проката являются наиболее целесообразными и экономичными.

3.4 Расчет операционных припусков

- *Классификация операционных припусков.*
- *Методика расчета припусков вала.*
- *Методика расчета припусков отверстия*

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности. Назначение недостаточно больших припусков не обеспечивает удаления дефектных слоев материала и достижения требуемой точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей, а также вызывает повышение требований к точности исходных заготовок и приводит к их удорожанию, затрудняет разметку и выверку положения заготовок на станках при обработке по методу пробных ходов и увеличивает опасность появления брака. Методика расчета припусков вала и отверстия различна.

3.5 Основы технического нормирования. Оценка технологичности конструкций деталей и машин.

- *Техническая норма времени и ее составляющие элементы.*
- *Методы определения нормы времени.*
- *Одноместные, многоместные схемы установок заготовок.*
- *Нормирование последовательных, параллельных и последовательно-параллельных технологических операций*

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Технические нормы времени должны иметь прогрессивный характер, предусматривать рациональное использование оборудования и оснастки, применение высокопроизводительных режимов резания и приемов труда. Требования к точности определения нормы времени на операцию зависят от типа производства. Наиболее точно определяют норму времени на операцию при массовом производстве, менее точно — при серийном и приближенно — при единичном и мелкосерийном с широкой номенклатурой работ. Определение норм времени на технологическую операцию может производиться следующими методами: расчетно-аналитический, исследовательский метод, метод сравнения, хронометраж, фотография рабочего процесса

3.6 Расчет операционных режимов резания.

- *Последовательность расчета элементов режимов резания (глубины, подачи и скорости резания) при обработке поверхностей заготовки.*
- *Взаимосвязь режимов резания при обработке поверхностей заготовки с точностью обработки и выбора технологического оборудования.*
- *Методы рационального использования технического оборудования обусловленные экономической точностью обработки поверхностей.*

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности. Применение ЭВМ для расчетов режимов резания повышает точность расчетов и ускоряет решение задачи (при наличии заранее отработанных алгоритмов расчета). В этом случае решают задачу о наивыгоднейшем резании, в результате получают более экономичный режим. Глубину резания выбирают на основе ранее приведенных соображений. В ЭВМ вводят исходные данные и проводят расчет наибольшей допустимой подачи в

соответствии с имеющимися ограничениями (по стойкости инструмента, мощности станка, прочности механизма подачи станка, прочности державки резца, прочности пластинки твердого сплава, шероховатости обработанной поверхности; выбор ограничений ведется с учетом характера обработки — черновая или чистовая), определяет наивыгоднейшую ступень, на которой производство частоты вращения шпинделя на фактическую подачу максимально, и соответствующую скорость резания, касательную силу резания, мощность резания и машинное время.

3.7 Технологическая документация и её оформление.

- *Виды маршрутных карт и их оформление.*
- *Операционные карты и их оформление.*
- *Карты эскизов и их содержание.*

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности. Запись содержания операции при маршрутном изложении технологического процесса может быть полной или сокращенной. ГОСТ 3.1702-79 определяет схему записи, которая начинается с ключевого слова — глагола в неопределенной форме, характеризующего метод обработки: точить, сверлить, фрезеровать и т. д. Далее в определенной последовательности указывается дополнительная и основная информация.

Первая дополнительная информация, записываемая сразу после ключевого слова, указывает на количество последовательно или одновременно обрабатываемых поверхностей: 2, 3, 4... Вторая дополнительная информация, приводимая при полной записи вслед за первой, характеризует обрабатываемую поверхность. При записи этой информации следует придерживаться определенных терминов, например, внутренняя, коническая, криволинейная, фасонная, ступенчатая, наружная (...поверхность); глухое, сквозное (...отверстие); шпоночный, Т-образный (...паз) и т. д. Наименование предметов производства, обрабатываемых поверхностей и конструктивных элементов (НПП) в записи содержания операции указывается после второй дополнительной информации.

3.8 Типы и организационные формы производства.

- *Масштаб производства и его влияние на технологический процесс.*
- *Типы и организационные формы производства.*
- *Технологическая подготовка производства.*

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности. Принципы поточного вида организации производственных процессов часто используют в среднесерийном и крупносерийном производствах при изготовлении деталей и машин, близких по своему служебному назначению. В этом случае изделия объединяют в группы по конструктивно-технологическим признакам и ведут их изготовление на потоке с переналадкой оборудования и технологической оснастки при переходе от изделия одного наименования к изделию другого наименования при переменном такте выпуска.

3.9 Изготовление деталей рабочих органов и трансмиссий сельскохозяйственных машин.

- *Классификация деталей: круглые стержни, полые цилиндры, зубчатые колеса, корпусные детали.*
- *Технология производства деталей рабочих органов с.х. машин.*
- *Типовые технологии обработки и методы контроля деталей сельскохозяйственных машин.*

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности. Для выполнения разнообразных технологических процессов орудия снабжают соответствующими рабочими органами. Сборка рабочих органов требует в некоторых случаях применения специальной технологической оснастки и определенных приемов сборочных работ.

3.10 Технологичность конструкций машин и деталей.

- *Производственная технологичность конструкций машин и ее основные показатели.*
- *Оценка производственной технологичности конструкций машин.*
- *Показатели оценки технологичности конструкции.*
- *Методы достижения технологичности конструкции*

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности. Технологичность конструкции машины, деталей и узлов необходимо оценивать в процессе ее создания, при технологическом контроле чертежей в период разработки конструкции машины. Предварительно разработано чертежа детали, узла или машины поступает на технологический контроль, а затем на окончательную конструктивную разработку. Однако оценка технологичности конструкции при этих условиях может оказаться субъективной, если она зависит только от уровня знаний технолога, осуществляет технологический контроль.

3.11 Базы и базирование. Выбор технологических баз

- *Виды установок деталей на станках.*
- *Базы и опорные точки.*
- *Выбор баз*
- *Принцип постоянства и совмещения баз.*

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности. Принцип совмещения баз требует совмещения установочной и измерительной баз. Лучшие результаты по точности получаются в том случае, если установочная база является основной. При несовпадении измерительной и установочной баз возникают погрешности базирования.

Погрешность базирования — разность предельных расстояний измерительной базы относительно режущего инструмента (установленного на размер). Погрешность базирования имеет конкретный характер и рассчитывается для определенных условий обработки деталей.

При совмещении установочной и измерительной баз погрешность базирования равна нулю ($e_5 = 0$). Кроме того, при работе методом пробных стружек, когда станок не настроен на размер и рабочий для каждой детали регулирует положение режущей кромки относительно детали, промеряет каждую деталь (от измерительной базы), погрешность базирования также считается равной нулю ($e_5 = 0$).

3.12 Жесткость и податливости технологической системы и их влияние на формирование погрешностей обработки

- *Схема технологической системы станок–приспособление–инструмент–деталь.*
- *Влияние жесткости и податливости технологической системы на формирование погрешностей обработки.*
- *Расчеты отжатий элементов станка.*

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

В процессе резания работа резания в основном превращается в тепло. По данным проф. В. Д. Кузнецова, 85...90 % всей работы резания превращается в теплоту, а 10... 15 % идет на искажение (в зоне резания) кристаллической решетки обрабатываемого материала. Образующаяся теплота распределяется между стружкой (50...86 %), резцом (40... 10 %) и обрабатываемой деталью (9...3 %). Около 1 % теплоты рассеивается в окружающей среде вследствие излучения. Теплота, выделяющаяся в зоне резания, вызывает нагрев частей станка, инструмента и заготовки и их температурные деформации, которые служат причинами возникающих погрешностей. В станке наибольшее количество теплоты выделяется в коробке скоростей. У токарного станка по мере нагревания коробки скоростей происходит удлинение шпинделя, что при работе на настроенном станке приводит к уменьшению длины обрабатываемых деталей при подрезке торцов.

3.13 Систематические и случайные погрешности механической обработки

- *Точность в машиностроении методы ее достижения.*
- *Метод пробных ходов и промеров.*
- *Метод автоматического получения размеров на настроенных станках.*
- *Систематические погрешности механической обработки.*
- *Случайные погрешности механической обработки*

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Кривые распределения размеров строят следующим образом. Обрабатывают партии деталей в одинаковых условиях. Затем детали измеряют по одному важному размеру, определяющему точность. При этом оказывается, что, несмотря на одинаковые условия обработки, размеры отличаются друг от друга, хотя в отдельных случаях и совпадают. Разность максимального и минимального размеров, полученных для партии деталей, называют полем рассеивания размеров. Поле рассеивания размеров характеризует точность обработки: чем меньше поле рассеивания, тем точнее принятый метод и условия обработки.

Точность обработки характеризуется также законом распределения размеров (кривая распределения).

Для построения кривых распределения измеряют данный размер на определенном числе деталей n (от 50 до 250). Совокупность измерений деталей разбивают на ряд групп размеров с одинаковыми интервалами. Число групп размеров K определяют по приближенной формуле

Полученные данные представляют в виде графика, называемого гистограммой распределения, на котором по оси абсцисс откладывают размеры групп, а по оси ординат — число деталей m , размеры которых находятся в пределах соответствующих групп. После нанесения на график точек получают ломаную линию, называемую полигоном распределения. Вместо абсолютного числа деталей m — абсолютной частоты в данном интервале размеров — по оси ординат можно откладывать отношение этого числа деталей m к общему числу деталей n в партии; отношение m/n называют относительной частотой, или частотой.

При обработке деталей на металлорежущих станках кривая распределения часто близка к кривой нормального распределения (закон Гаусса) рис.1. При обработке точных деталей (5...7-й квалитет) распределение размеров деталей может следовать другим законам (равной вероятности, треугольника — закон Симпсона и др.).

Кривая нормального распределения выражается уравнением Гаусса

3.14 Основные понятия о технологических процессах сборки. Сборка типовых соединений.

- Сборка неподвижных и подвижных соединений.
- Сборка типовых узлов и механизмов.
- Динамическая балансировка деталей (узлов).
- Механизация и автоматизация сборочных работ.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Селективную сборку с сортировкой деталей по группам применяют там, где по условиям работы деталей требуется получить зазор или натяг в более узких пределах, чем у деталей обычной сборки. Подбор деталей значительно упрощается. Недостатком метода является то, что при определенных условиях получается, что число деталей в группах для вала и втулки различно, т. е. некоторые детали не имеют пары и не идут на сборку. Это зависит от характера распределения размеров собираемых деталей — вала и втулки. Если распределение размеров вала и втулки подчиняется одному закону нормального распределения, то число деталей в каждой группе примерно одинаково и сборка идет нормально. Если же одна из деталей (например, втулка) подчиняется другому закону распределения, то часть деталей оказывается лишней.

Селективную сборку широко применяют при сборке точных подвижных сопряжений двигателей внутреннего сгорания (поршень — гильза, поршневой палец — поршень, шатун — поршневой палец, плунжерные пары).

3.15 Сборка сельскохозяйственных машин. Механизация и автоматизация сборочных работ

- *Сборка сельскохозяйственных орудий.*
- *Конструктивные и технологические особенности рам и кузовов.*
- *Схема технологического процесса общей сборки машин.*
- *Обкатка и испытание машин и агрегатов.*

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Для выполнения разнообразных технологических процессов орудия снабжают соответствующими рабочими органами. Сборка рабочих органов требует в некоторых случаях применения специальной технологической оснастки и определенных приемов сборочных работ. Рассмотрим сборку наиболее характерных орудий.

При сборке рамы базовой деталью служит балка жесткости поперечного грядиля, к которой присоединяются продольные грядили. Собранная рама служит базовой сборочной единицей при общей сборке плуга. Узловую сборку организуют для следующих сборочных единиц первого порядка: рабочих корпусов, предплужников, дискового ножа, опорного колеса. При сборке рабочего корпуса на стойке с помощью болтов и гаек с пружинными шайбами закрепляют отвал. Затем на корпус ставят и закрепляют тремя болтами лемех. После этого с помощью двух болтов присоединяют полевую доску. Полевые обрезы лемеха и отвала должны находиться в одной вертикальной плоскости и перекрывать поверхность стойки на 5...8 мм. Головки болтов, прикрепляющих детали к стойке корпуса, должны находиться заподлицо с рабочей поверхностью. Собранные опорное колесо и дисковый нож должны свободно вращаться на своих осях.

3.16 Проектирование технологической оснастки

- *Типовые средства механизации и автоматизации сборки.*
- *Классификация станочных приспособлений и основные этапы их проектирования.*
- *Основные элементы и механизмы приспособлений.*
- *Особенности проектирования контрольных приспособлений.*

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Применение приспособлений при обработке деталей обеспечивает повышение точности обработки деталей; сокращение вспомогательного времени (на установку и снятие заготовки), что несколько повышает производительность обработки; устранение трудоемкой операции — разметки перед обработкой, что ускоряет и удешевляет процесс обработки детали.

Кроме того, снижаются требования к квалификации рабочего, что ведет к снижению затрат на рабочую силу; в некоторых случаях создаются условия для многостаночного обслуживания, т. е. повышается производительность обработки; появляется возможность увеличить число одновременно обрабатываемых на станке деталей путем использования многоместных приспособлений, что повышает производительность обработки; создается возможность совмещения вспомогательного времени (установка и снятие заготовки) с основным благодаря применению многоместных приспособлений, что существенно повышает производительность обработки.

3.17 Технологический анализ производства. Методы достижения технологичности изделий машиностроения.

- *Методы определения себестоимости продукции: бухгалтерский и дифференциальный.*
- *Оценки экономической эффективности технологических процессов.*
- *Пути повышения производительности механической обработки.*

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

В основе совершенствования и развития любого производства лежит его интенсификация. Факторы и резервы повышения интенсивности производства условно делят на четыре группы: факторы и резервы первого порядка—структура производства, система управления, социальное развитие, рыночная конъюнктура, т. е. управляющие процессы и социальная структура, в которой функционирует технологический процесс;

факторы и резервы второго порядка — трудовые ресурсы, основные производственные фонды, материальные ресурсы (производственные ресурсы);

факторы и резервы третьего порядка — объем производства и реализации продукции, себестоимость продукции, т. е. объемные и экономические показатели производства;

факторы и резервы четвертого порядка—финансовое состояние и платежеспособность, т. е. финансовое обеспечение производственного процесса.

Технологический анализ производства служит основой анализа факторов и резервов второго порядка, он лежит в основе всех видов анализов производственной и хозяйственной деятельности предприятия. В технологический анализ производства в качестве одной из основных частей входит совершенствование технологии производства

на планируемый период и сокращение на основе этого затрат на выполнение технологического процесса. Задачей технологического анализа, как и большинства анализов деятельности предприятия, является экономическая целесообразность. В отдельных случаях критерием правильности принятых решений могут быть и другие технологические показатели, такие, как максимальная производительность технологических процессов, загрузка оборудования, использование оборудования по мощности и др.

3.18 Технологическая гибкость производства. Производственная мощность предприятия

- *Структура производственных систем*
- *Системы обеспечения функционирования производства.*
- *Технико – экономические показатели и перспективы развития производственных систем.*

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности. Под гибкостью производства понимают возможность переориентации производственной системы при переходе на новое изделие без коренного изменения материально-технической базы. Гибкое производство может быть переориентировано без существенных изменений ПТК и имеющихся зданий и сооружений, а составляющие средства производства можно использовать без капиталовложений, соизмеримых с их стоимостью.

Частая смена продукции, выпуск ее мелкими партиями при желании сохранить организацию и себестоимость массового производства обусловили создание гибких автоматических производств (ГАП), гибких производственных систем (ГПС) и гибких производственных модулей (ГПМ).

Если при традиционном развитии поточного производства использовался путь дифференциации производственного процесса, то в ГПС главным принципом стала концентрация производства с интеграцией технологических процессов, стремление к максимальной обработке детали на одном рабочем месте.

Управление от центральной ЭВМ, единая транспортно-складская система и объединение станков позволили создать систему машин, сочетающую высокую гибкость с высокой производительностью. Созданы многооперационные станки с ЧПУ, их дополнили промышленные роботы и манипуляторы с системами спутников. Совокупность этих средств образовала гибкий производственный модуль. Этот этап в развитии машиностроения занял 10...15 лет.