

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Институт АПИ НГТУ, Арзамасский политехнический институт (филиал)
Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева
сокращенное и полное наименование института

Кафедра ТМ, Технология машиностроения
сокращенное и полное наименование кафедры

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

по дисциплине

Технология машиностроения

Направление подготовки

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Форма обучения очная, заочная

Утверждены на заседании
кафедры
«Технология машиностроения»
АПИ НГТУ

«20» апреля 2021 г.
протокол № 5

Арзамас 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Практическая работа № 1. Выбор последовательности механической обработки (на примере обработки плоскостей, наружных цилиндрических поверхностей, отверстий) в зависимости от заданного качества поверхностного слоя.	6
Практическая работа №2. Разработка схем удаления припуска (на примере токарной обработки ступенчатого вала)	7
Практическая работа № 3. Выбор маршрута механической обработки (на примере обработки корпусов, валов)	12
Практическая работа № 4. Разработка маршрута и схем обработки для получения зубчатых венцов	20
Практическая работа № 5. Расчет и назначение элементов режимов резания на операции токарной обработки	23
Практическая работа № 6. Расчет и назначение элементов режимов резания на операции фрезерования и шлифования	28
Практическая работа № 7. Расчет и назначение элементов режимов резания на операции зубообработки обработки.	41
Практическая работа № 8. Определение типа производства. Выбор формы организации технологического процесса	46
Практическая работа № 9 Определение основных направлений повышения эффективности ТП в условиях крупносерийного производства	48
Практическая работа №10 Разработка маршрутно-операционного технологического процесса по чертежу детали.	49
Практическая работа № 11 Внесение изменений в технологические процессы изготовления деталей машиностроения средней сложности.	55
Практическая работа №12. Анализ технологичности конструкции детали. Определение показателей технологичности конструкции	56
Практическая работа №13. Выбор метода получения заготовки	63
Практическая работа № 14. Расчет технологических размерных цепей	68
Практическая работа № 15. Определение припусков и межоперационных размеров	79
Практическая работа №16 Разработка содержания переходов и расчет и назначение элементов режимов резания для многоцелевых станков и обрабатывающих центров.	87
Практическая работа №17. Нормирование технологических операций механической обработки	88
Практическая работа №18 Расчета технически обоснованных норм штучного и подготовительно-заключительного времени на станках с ЧПУ.	94
Критерии оценки выполнения практических работ.....	100

Введение

В рамках изучения дисциплины «Технология машиностроения» формируются следующие профессиональные компетенции:

ПКС-2 Способен разрабатывать технологические процессы и проекты участков и цехов изготовления деталей машиностроения:

ИПКС-2.1. Устанавливает тип производства, в условиях которого планируется изготовление деталей машиностроения

ИПКС-2.3. Выполняет решение технологических и конструкторских задач на всех этапах разработки технологического процесса изготовления деталей машиностроения, оценивая возможные варианты, их достоинства и недостатки с точки зрения соответствия условиям проектирования и экономической эффективности.

ИПКС-2.5. Оформляет технологическую документацию на технологические процессы изготовления деталей машиностроения средней сложности.

ПКС-3 Способен обеспечивать качество изготовления деталей машиностроения

ИПКС-3.1. Анализирует информацию по соблюдению технологической дисциплины при реализации технологических процессов изготовления деталей машиностроения, правильности эксплуатации технологического оборудования и оснащения

ИПКС-3.3. Предлагает внесение изменений в технологические процессы изготовления деталей и технологическую документацию

ИПКС-3.4. Оценивает результаты своей деятельности на основе анализа технологических операций при изготовлении деталей машиностроения

ПКС-4. Способен разрабатывать технологии и программы изготовления деталей на станках с ЧПУ

ИПКС-4.1. Анализирует технические требования, предъявляемые к деталям машиностроения

ИПКС-4.2. Выполняет обработку на технологичность конструктивных элементов сложных деталей при обработке на станках с ЧПУ токарной и фрезерно-расточной групп.

ИПКС-4.3. Представляет решение технологических задач при разработке технологической операции процесса изготовления деталей машиностроения на станках с ЧПУ, оценивая возможные варианты, их достоинства и недостатки.

ИПКС-4.4. Оформляет технологическую документацию на операции технологического процесса изготовления деталей на станках с ЧПУ.

Формирование компетенций на должном уровне возможно только при эффективном сочетании контактной работы студента с преподавателем и правильно организованных практических работах, в ходе аудиторных занятий, так и вне аудиторных.

Практические занятия по дисциплине «Технология машиностроения» – это коллективные занятия. В овладении теорией вопроса большую и важную роль играет как индивидуальная работа, так и коллективные занятия, опирающиеся на групповое мышление.

Цели практических занятий:

- помочь студентам систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера;

- научить студентов приемам решения практических задач, способствовать овладению навыками и умениями выполнения расчетов, графических и других видов заданий;

- научить их работать с информацией, книгой, служебной документацией и схемами, пользоваться справочной и научной литературой;

Содержание практических работ составляют:

- изучение нормативных документов и справочных материалов, анализ производственной документации, выполнение заданий с их использованием;

- анализ производственных ситуаций, решение конкретных производственных, экономических и других заданий;

- решение задач разного рода, расчет и анализ различных показателей, составление и анализ формул, уравнений;

- ознакомление с технологическим процессом, разработка схем технологических наладок, разработка карт технологической документации и др.

Основные функции практического занятия:

- обучающая – позволяет организовать творческое активное изучение теоретических и практических вопросов, установить непосредственное общение обучаемых и педагога, формирует у студентов самоконтроль за правильным пониманием изучаемого материала, закрепляет и расширяет их знания;

- воспитывающая – осуществляет связь теоретических знаний с практикой, усиливает обратную связь обучаемых с педагогом, формирует принципиальность в суждениях, самокритичность, навыки, привычки профессиональной деятельности и поведения;

- контролирующая – позволяет систематически проверять уровень подготовленности обучаемых к занятиям, к будущей практической деятельности, а также оценить качество их самостоятельной работы.

Для успешного достижения учебных целей практических занятий при их организации должны выполняться следующие основные требования:

- соответствие действий обучающихся ранее изученным на лекционных занятиях методикам и методам;

- максимальное приближение действий студентов к реальным, соответствующим будущим функциональным обязанностям;

- поэтапное формирование умений и навыков, т.е. движение от знаний к умениям и навыкам, от простого к сложному и т.д.;

- использование при работе фактических документов, технологических карт, бланков и т.п.;

– выработка индивидуальных и коллективных умений и навыков

Практические работы в рамках изучения дисциплины «Технология машиностроения» способствует развитию у студентов умения работать с технической литературой, приобретению знаний методов механической обработки поверхностей, выбора оборудования, инструментов; умений выполнять технологические расчеты для реализации техпроцессов; навыков работы с технологическими документами, чертежами для реализации технологических процессов, что в итоге обеспечивает формирование необходимых компетенций и готовит студентов к выполнению профессиональных задач профессионального стандарта «Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении», №46666 от 10.05.2017 г.

Практическая работа №1

Выбор последовательности механической обработки (на примере обработки плоскостей, наружных цилиндрических поверхностей, отверстий) в зависимости от заданного качества поверхностного слоя

Цель работы: получение навыков назначать виды механической обработки, в зависимости от заданного качества.

Направлена на освоение компетенции ПКС-2, ИПКС-2.3: решать технологические задачи на этапах разработки технологического процесса изготовления деталей машиностроения.

Для выполнения практической работы необходимо, знать: методику проектирования технологических процессов; методику проектирования технологических операций; принципы выбора технологического оборудования; принципы выбора технологической оснастки.

Уметь: Разрабатывать маршруты обработки отдельных поверхностей заготовок деталей машиностроения средней сложности

Работа направлена на получение навыков: проектирования маршрутно-операционного технологического процесса по чертежу детали, выбора стандартных инструментов, контрольно-измерительной оснастки, необходимых для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения средней сложности.

Задание

1. Разработать маршрутно-операционную технологию обработки поверхности по заданному чертежу.
2. Записать содержание технологических переходов.
3. Назначить стандартный режущий инструмент, контрольно-измерительную оснастку для выполнения операции.
4. Разработать операционный эскиз обработки.

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТЫ

МАРШРУТ ОБРАБОТКИ

005 ОТРЕЗНАЯ

010 КОНТРОЛЬНАЯ

015 ТОКАРНАЯ

020 СВЕРЛИЛЬНАЯ

025КОНТРОЛЬНАЯ

030 РАСТОЧНАЯ

035КОНТРОЛЬНАЯ

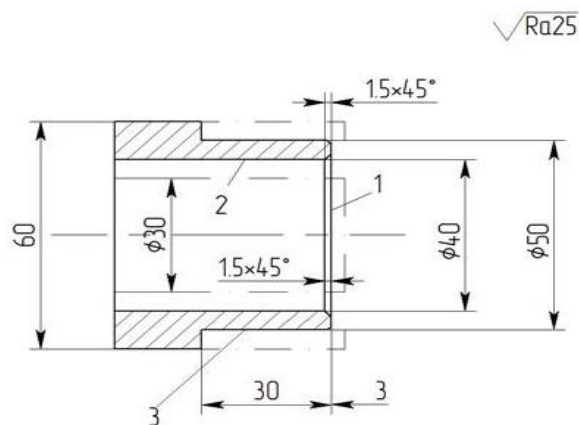
Содержание операций

А. Установить и снять деталь.

1. Подрезать торец 1.

2. Обточить поверхность 3 до $D = 50$ PrI_3 .
3. Снять фаску $1 \times 45^\circ$.
4. Расточить отверстие 2 до $D = 38$ мм.
5. Расточить отверстие 2 до $D = 40$ H12.
6. Снять фаску $1,5 \times 45^\circ$.

Режущий инструмент – резцы 16×25 , ВК 8 ; расточной резец с державкой диаметром 16 мм.
Измерительный инструмент - штангенциркуль, скоба 50 PrI_3 , пробка 40H12.



Контрольные вопросы

1. Правила составления маршрута обработки
2. Порядок назначения операций механической обработки
3. Назначение контрольных операций
4. Как выбирается режущий инструмент
5. Как выбирается измерительный инструмент.

Рекомендуемая литература

1. Схиртладзе А.Г. Ярушин С.Г. Технологические процессы в машиностроении. Учебник. . Допущено Министерством образования РФ - Старый Оскол: ТНТ, 2007 - 524 с. 25 шт.
2. Аверченков В.И. и др. Технология машиностроения. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие. Под общ. ред. В.И. Аверченкова и Е.А. Польского. Допущено Министерством образования РФ - М.: ИНФРА-М, 2006 - 288 с. 40 шт.

Практическая работа №2. Разработка схем удаления припуска (на примере токарной обработки ступенчатого вала)

Цель: закрепление теоретических знаний по разработке схем удаления припуска. Получение навыков по проектированию содержания технологических операций и освоение компетенции ПКС-3. ИПКС-3.1. -Анализирует информацию по соблюдению технологической дисциплины при реализации технологических процессов изготовления деталей машиностроения.

Проведение технологических эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.

Задание.

1 Выполнить эскизы схем удаления припуска при токарной обработке ступенчатого вала одним резцом:

- последовательная схема удаления припуска;
- параллельная схема удаления припуска;
- комбинированная схема удаления припуска;

2 Рассчитать основное время обработки для каждой схемы удаления припуска.

3 Сравнить эффективность различных схем удаления припуска и сделать вывод по работе.

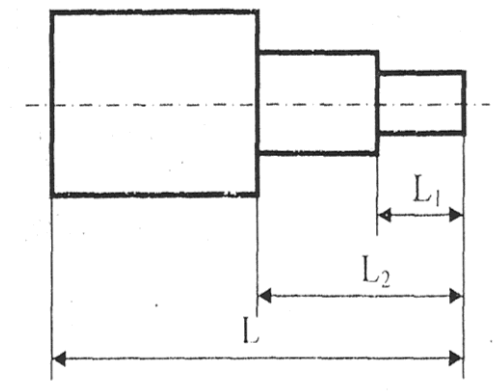


Рисунок 1 – Эскиз детали

Варианты заданий представлены в таблице

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$L, \text{мм}$	60	90	120	80	105	100	120	150	180	200	280	300	350	400	630	500	600	700	800
$L_1, \text{мм}$	10	10	20	10	15	10	20	15	20	25	40	30	50	50	90	50	50	70	90
$L_2, \text{мм}$	30	40	60	30	45	40	60	60	80	75	120	120	150	150	270	200	250	280	360
$n, \text{об/мин}$	970	920	860	820	790	710	690	630	570	570	510	480	420	380	320	270	270	230	230
$S, \text{мм/об}$	0,17	0,21	0,37	0,54	0,17	0,21	0,37	0,54	0,17	0,21	0,37	0,54	0,17	0,21	0,37	0,54	0,17	0,21	0,37

Обтачивание детали обычно ведется в 2 этапа: черновое и чистовое.

При обработке цилиндрических поверхностей применяется несколько схем обработки:

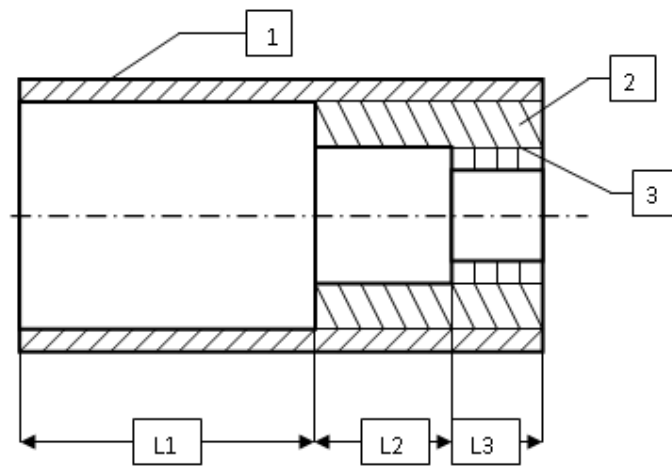


Рис.1

$L=(L1+L2+L3)+(L2+L3)+L3$ - общая длина резания

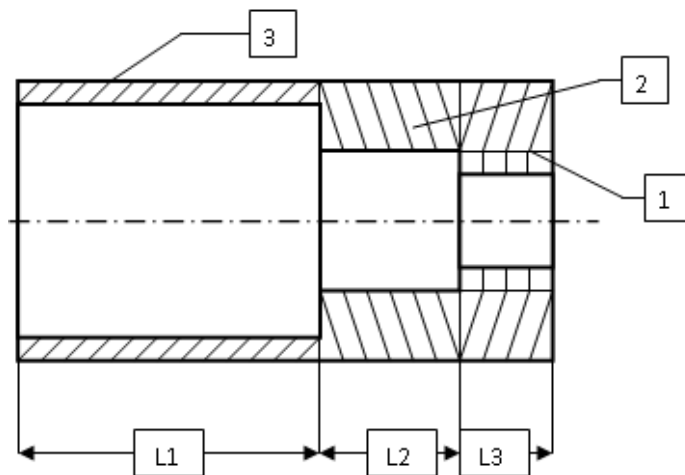


Рис.2

$L=(L1+L2+L3)+L3$

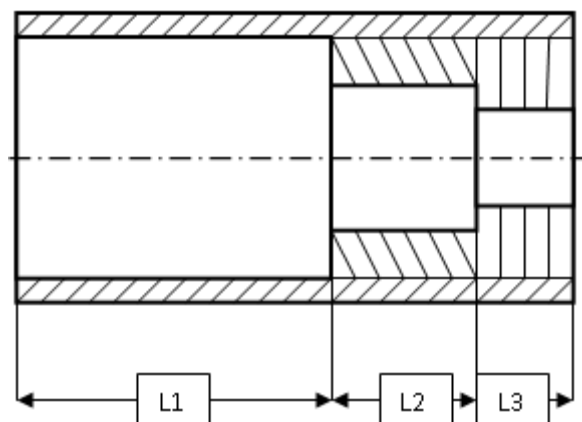


Рис.3

$L=(L1+L2+L3)+L2+L3$

Выбор той или иной схемы обработки зависит от требований точности диаметров, шероховатости поверхности и применяемого оборудования

Введем обозначения относящиеся к режимам резания и времени обработки:

D - диаметр обрабатываемой пов. (мм)

d - диаметр после обработки (мм)

l -Длина обрабатываемой поверхности (мм)

$l_{\text{врез}}$ - Длина врезания режущего инструмента (мм) или длина подхода

$L_{\text{перебега}}$ - Длина пробега инструмента

L Расчетная длина обработки

i Число рабочих ходов инструмента

z_1 Припуск на обработку

z Число зубьев фрезы

t Глубина резания

S Подача

n Частота вращения

$n_{\text{дв.ход}}$ - Число двойных ходов

$S_{\text{поп}}$ - Поперечная подача

v Скорость резания

$t_{\text{осн}}$ - Основное время

Для обработки цилиндрической поверхности применяют следующие расчеты для режимов резания:

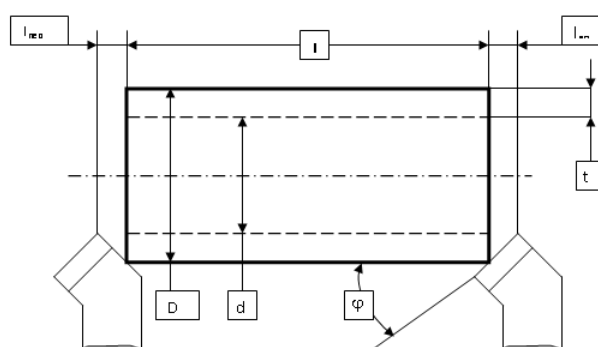


Рис.4

Для сокращения штучного времени применяют многорезцовую обработку детали. С помощью такой обработки реализуется принцип концентации операций и значительно повышается производительность труда

Многорезцовую обработку производят на спец. Многорезцовых автоматах. Эти автоматы имеют продольные и поперечные суппорта. Существует несколько способов многорезцовой обработки:

1. обтачивание с помощью продольной подачи

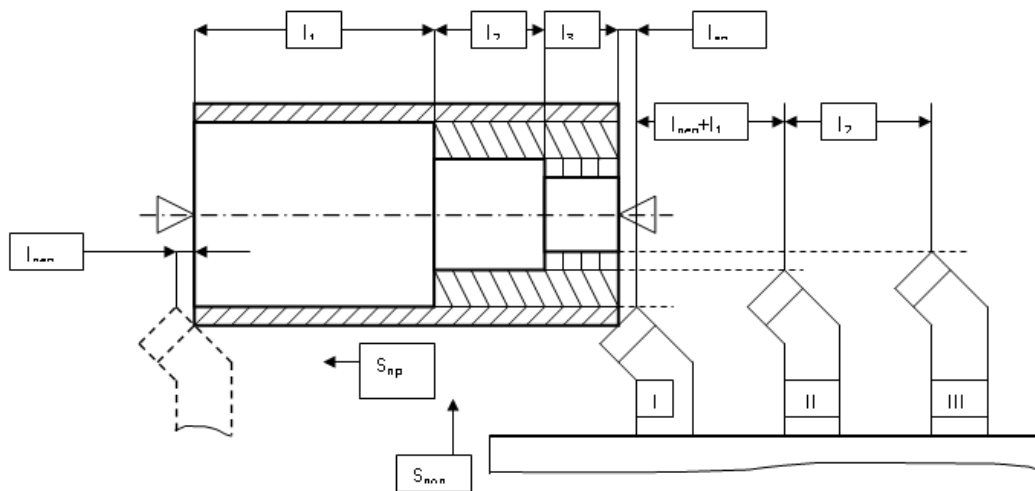


Рис.5

$$l_I = l_{\text{вп}} + l_3 + l_2 + l_1 + l_{\text{пер}} = L \quad (\text{Общая длина обработки})$$

$$l_{II} = l_3 + l_2$$

$$l_{III} = l_3$$

При методе продольной подачи общая длина равна сумме всех ступеней и плюс.

2. Обтачивание с врезанием и последующей продольной подачей

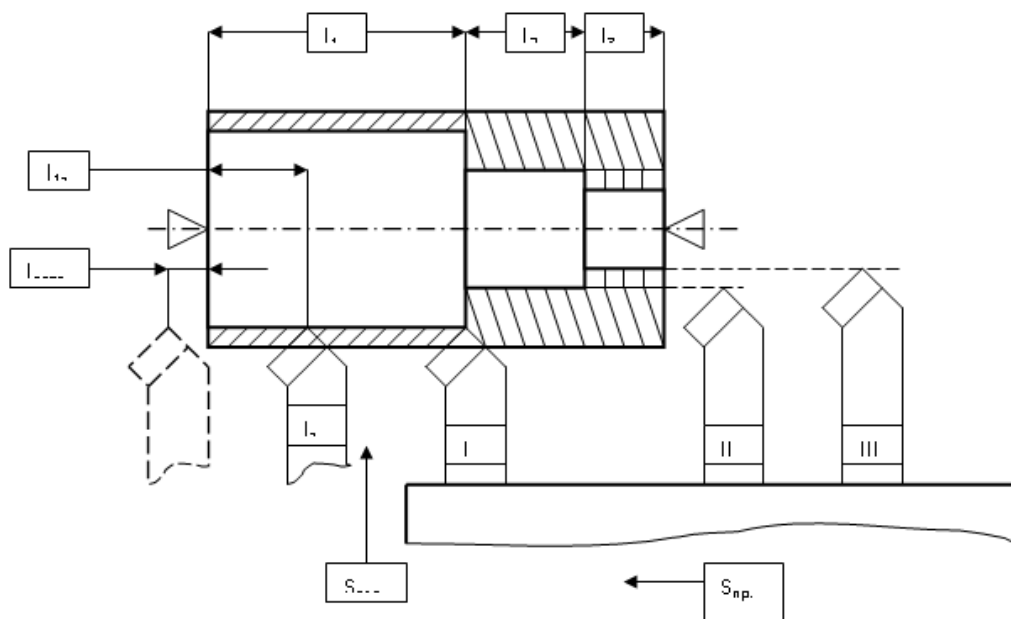


Рис.6

$$l_I = l_1 = L$$

При комбинированном методе общая длина обработки равна длине самой длинной ступени. Но эту длину обработки можно сократить, если применить для одного и того же диаметра два или несколько резцов. С помощью этого метода можно добиться, что длина обработки будет равна самой короткой ступени

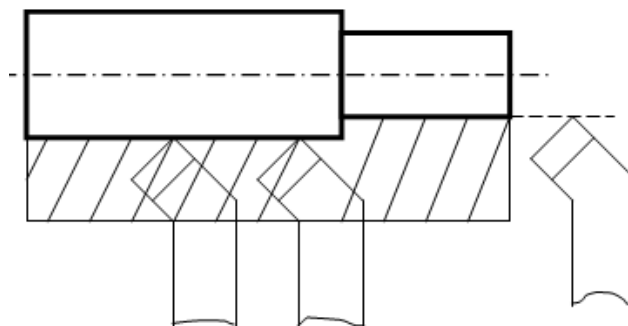


Рис.7

Кроме много резцовой обработки ступенчатые валы можно обрабатывать на копировальных станках. Копировальные устройства бывают электромеханические, механические, и гидравлические. Наиболее широко применяются гидравлические копировальные устройства, скорость резания на гидравлических полуавтоматах достигает до 200 м/мин. ступенчатые валы на гидравлических копировальных автоматах обрабатываются за 1,2,3,4 прохода. Каждый проход производится по своему контуру. Точность обработки на копировальных автоматах достигает 5,4 класса на спец станках можно достичь 3 класса. Точность и шероховатость поверхности на копировальных автоматах выше чем на многорезцовых станках

Контрольные вопросы.

1. Какие схемы обтачивания ступенчатого вала существуют?
2. Как осуществить выбор наиболее эффективной схемы обтачивания вала?
3. Как осуществляется обтачивание вала при многоинструментальной обработке?

Список литературы

1. Медведев А.И., Шкред В.А., Бабук В.В. Сборник практических работ по технологии машиностроения. Учебное пособие. Под ред. И.П. Филонова. Допущено Министерством образования Республики Беларусь - Минск: БНТУ, 2003 - 486 с.

Практическая работа № 3. Выбор маршрута механической обработки (на примере обработки корпусов, валов)

Цель: Определить оптимальный маршрут механической обработки поверхностей деталей по показателям точности и качества

Получить навыки ИПКС-3.4.-оценивает результаты своей деятельности на основе анализа технологических операций при изготовлении деталей машиностроения

Задание

1. По заданному чертежу детали составить маршрут обработки, с учетом имеющегося парка оборудования.

2. Ознакомиться с моделями парка станков лаборатории «Металлорежущие станки»

3. Разработать маршрут обработки детали (чертеж выдается преподавателем).

4. По таблицам выбрать оптимальный маршрут механической обработки.

5. Разработать операционный эскиз на одну операцию

Содержание отчета

1. Эскиз детали.

2. Разработать несколько маршрутов обработки детали и выполнить заключение по выбору оптимального маршрута.

Описание структуры таблиц выбора маршрута механической обработки

Таблицы выбора маршрута обработки состоят из основного и дополнительного разделов.

Основной раздел таблицы предназначен для выявления различных вариантов маршрутов; дополнительный – для оценки трудоемкости и качества обработки (шероховатости, точности размеров и т.д.) по технологическим переходам.

Таблицы включают вертикальные столбцы с номерами (1, 2, 3, ...) и наименованиями переходов обработки и горизонтальные строки основного и дополнительного разделов.

В строках основных разделов таблиц указаны вид заготовки, материал, его состояние (термообработка), в клетках цифрами отмечены технологические переходы, относящиеся к данному варианту выбираемых маршрутов обработки.

Строчки дополнительных разделов определяют коэффициент трудоемкости, точность и шероховатость обработки.

Порядок выполнения работы по пункту 4, задания.

Способ выбора оптимального маршрута механической обработки поверхностей деталей, основанных на анализе различных методов обработки резанием и систематизации полученных результатов в виде таблиц, предложенных профессором В.В.Матвеевым, позволяет для каждого конкретного случая назначить рациональные маршруты обработки плоских, наружных и внутренних цилиндрических поверхностей детали (табл. 1, 2, 3).

Данный способ учитывает вид заготовки (штамповка, литье, прокат), материал и его состояние (термообработка), качество обработки, шероховатость, точность размеров, формы и относительного расположения обрабатываемых поверхностей детали, позволяет оценивать различные варианты маршрута по трудоемкости.

Исходными данными для выбора и последующей обработки оптимального маршрута обработки являются чертеж детали и технические требования на изготовление, определяющими из которых служат точностные параметры.

Методика выбора маршрута механической обработки и порядок работы с таблицами

Определить учитывающие размеры детали (последняя строка таблиц):
для плоских поверхностей

$$K_1 = 0,002A + 1, K_2 = 0,02Г + 1;$$

для наружных цилиндрических поверхностей

$$K = 0,004Г + 1;$$

для отверстий

$$K_1 = 0,02Г + 1, K_2 = 0,002d + 1,$$

где A – расстояние от технологической базы;

$Г$ – наибольший габаритный размер поверхности;

d – диаметр отверстия.

Введение этих коэффициентов позволяет определить точность обработки, так как величина погрешности зависит от номинального размера обрабатываемой поверхности.

В соответствии с видом заготовки, материалом детали и его состоянием определить в основном поле строку, в которой находится искомый маршрут обработки.

Найти столбец, соответствующий тому технологическому переходу, который обеспечивает выполнение требуемой точности и шероховатости поверхности.

Зафиксировать, выбрав любую цифру, указанную в клетке, и двигаясь слева направо по данной строке, номера столбцов, в которых имеется выбранная цифра, и записать наименования технологических переходов.

Эти действия повторить по всем цифрам, отмеченным в клетке.

Таким образом, формируются возможные варианты маршрутов обработки.

Сравнить варианты возможных маршрутов обработки по величине суммарного коэффициента трудоемкости, значения которого приведено в верхней строке дополнительного поля. Наилучшим вариантом считается тот, у которого суммарный коэффициент трудоемкости минимален.

Таблица 1 – Выбор маршрута обработки плоскостей и торцов

Вид заготовки	Материал детали и его состояние		Технологические переходы, изменяющие точность				
			Черновые, термические, чистовые				
			Фрезерование черновое	Строгание	Обдирочное шлифование	Обтачивание торцов	
черновое	чистовое						
1	2		3	4	5	6	7
Отливка, поковка, штамповка	Сталь незакаленная	1	1, 2, 3	4, 5	-	6	6
	Сталь закаленная	2	1, 2, 3	4,5	3	6	6
	Чугун	3	1, 2	3, 4	-	5	5
Точная отливка, точная штамповка	Сталь незакаленная	4	1*, 2*, 3*	4*, 5*	-	6	6
	Сталь закаленная	5	1*, 2*, 3*	4*, 5*	3	6	6
	Чугун	6	1*, 2*	3*, 4*	-	5	5

	Цветные металлы	7	1*	3*	-	2*	2
Прокат	Сталь незакаленная	8	1*, 2*, 3*	4*, 5*	6	7	7
	Сталь закаленная	9	1*, 2*	4*, 5*	3	6	6
Коэффициент трудоемкости		10	1,0	2,0	0,8	1,0	1,5
Шероховатость		11	Rz 40-80	Rz 40-80	Rz 10-20	Rz 40-80	Ra 1,25-2,5
Погрешность размера (от технологической базы)		12	0,18K ₁	0,35K ₁	0,06K ₁	0,2K ₁	0,12K ₁
Погрешность размера (от настроечной базы и одной позиции)		13	0,15K ₁	0,2K ₁	0,04K ₁	0,12K ₁	0,08K ₁
Погрешность размера от настроечной базы (с разных позиций)		14	-	-	-	0,2K ₁	0,12K ₁
Отклонение от перпендикулярности и параллельности относительно базы		15	0,04K ₂	0,06K ₂	0,02K ₂	0,04K ₂	0,02K ₂
Отклонение плоскостности		16	0,02K ₂	0,02K ₂	0,01K ₂	0,02K ₂	0,01K ₂
Коэффициенты, учитывающие размеры		17	K ₁ = 0.002A + 1, где A – расстояние до базы, мм;				
Примечание 1* - отмечены переходы, которые используют при удалении напусков или увеличенных припусков							

Продолжение таблицы 1

	Технологические переходы, изменяющие точность							
	Черновые, термические, чистовые					Отделочные		
	Фрезерование чистовое	Протягивание	Закалка, цементация с закалкой	Шлифование предварительное	Шлифование чистовое	Полирование	Доводка неразмержная	Доводка размерная
8	9	10	11	12	13	14	15	
1	1, 2, 3, 4	2,5	-	1, 3, 4	1,2 ,3, 4, 5, 6	1,2 ,3, 4, 5, 6	1,2 ,3, 4, 5, 6	1,2 ,3, 4, 5, 6
2	1, 2, 3, 4	2,5	1,2 ,3, 4, 5, 6	1, 4, 6	1,2 ,3, 4, 5, 6	1,2 ,3, 4, 5, 6	1,2 ,3, 4, 5, 6	1,2 ,3, 4, 5, 6
3	1, 3	2, 4	-	1, 3, 4, 5	1, 3, 4, 5	1,2 ,3, 4, 5	1,2 ,3, 4, 5	1,2 ,3, 4, 5
4	1, 2, 3, 4	2,5	-	1, 3, 4	1,2 ,3, 4, 5, 6	1,2 ,3, 4, 5, 6	1,2 ,3, 4, 5, 6	1,2 ,3, 4, 5, 6

5	1, 4	2,5	1,2 ,3, 4, 5, 6	1, 4, 6	1,2 ,3, 4, 5, 6	1,2 ,3, 4, 5, 6	1,2 ,3, 4, 5, 6	1,2 ,3, 4, 5, 6
6	1,3	2, 4	-	1, 3, 4, 5	1, 3, 4, 5	1,2 ,3, 4, 5	1,2 ,3, 4, 5	1,2 ,3, 4, 5
7	1,3	1,3	-	-	-	1, 2, 3	-	-
8	1, 2, 3	2, 5	-	1, 3, 4, 6, 7	1,2 ,3, 4, 5, 6, 7	1,2 ,3, 4, 5, 6, 7	1,2 ,3, 4, 5, 6, 7	1,2 ,3, 4,5, 6, 7
9	1, 4	2, 5	1,2 ,3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 6	1,2 ,3, 4, 5, 6	1,2 ,3, 4, 5, 6	1,2 ,3, 4, 5, 6	1,2 ,3, 4, 5, 6
10	1, 5	0,6	-	1,0	1,5	3,0	5,0	10,0
11	<i>Ra</i> 1,25- 2,5	<i>Ra</i> 0,63- 2,5	Сохраня ется	<i>Ra</i> 0,63-2,5	<i>Ra</i> 0,16- 1,75	<i>Rz</i> 0,02- 1,75	<i>Rz</i> 0,02- 0,1	<i>Rz</i> 0,02 0,1
12	0,12К ₁	0,1К ₁	Исходна я +0,2К ₁	0,03К ₁	0,01К ₁	Сохраняе тся	Сохраня ется	0,001 К ₁
13	0,08К ₁	0,08К ₁	Исходна я +0,2К ₁	0,02К ₁	0,01К ₁	Сохраняе тся	Сохраня ется	Сохран яется
14	-	-	Исходна я +0,2К ₁	-	-	-	-	-
15	0,02К ₁	0,01К ₁	Исходна я +0,2К ₁	0,006К ₁	0,003К ₁	Сохраняе тся	Сохраня ется	0,002 К ₁
16	0,01К ₂	0,004К ₂	Исходна я +0,2К ₁	0,003К ₂	0,002К ₂	0,002К ₂	0,0005К ₂	0,0005 К ₂
17	$K_2 = 0.020\Gamma + 1$, где Γ – наибольший габаритный размер обрабатываемой поверхности, мм;							

Таблица 2 – Выбор маршрута обработки наружных цилиндрических поверхностей

Вид заготовки	Материал детали и его состояние		Технологические переходы, изменяющие точность				
			Черновые, термические, чистовые				
			Обтачивание черновое	Обдирочное шлифование	Обтачивание		Шлифование предварительное
чистовое	тонкое						
1	2		3	4	5	6	7
Отливка, штамповка, поковка	Сталь незакаленная	1	1, 2, 3, 4, 5, 6	-	1, 2, 4, 5	4,5	3,6
	Сталь закаленная	2	1, 2	-	2	-	1
	Чугун	3	1, 2, 3	-	1, 3	1	2
Точная отливка, точная штамповка	Сталь незакаленная	4	1*, 2*, 3*, 4*, 5*, 6*	-	1, 2, 4, 5	4, 5	3, 6
	Сталь закаленная	5	1*, 2*	-	2	-	1
	Чугун	6	1*, 2*, 3*, 4*, 5*, 6*	-	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3	4, 6
	Цветные металлы	7	1*, 2*	-	1, 2	1, 2	-
Прокат	Сталь незакаленная	8	1*, 2*, 3*, 4*, 5*, 6*	1, 2	4, 5	4, 5	3, 6
	Сталь закаленная	9	1*, 2*, 3*, 4*	4	2, 3	-	1, 4

Коэффициент трудоемкости	10	1,0	0,8	1,2	2,0	0,9
Шероховатость	11	Rz 40-80	Rz 10-20	Ra 1,25-2,5	Ra0,63-2,5	Ra 1,25-2,5
Точность (квалитет) диаметра	12	12-14	11-12	9-11	6-7	9-11
Отклонение соосности относительно центров	13	0,1K	0,05K	0,06K	0,03K	0,02K
Отклонение соосности относительно базы (в патроне)	14	0,25K	-	0,1K	0,05K	0,03K
Отклонение перпендикулярности и параллельности относительно базы	15	0,15K	-	0,06K	0,03K	0,02K
Отклонение прямолинейности оси	16	0,02K	0,02K	0,02K	0,015K	0,01K
Отклонение от цилиндричности	17	0,05K	0,03K	0,02K	0,015K	0,01K
Смещение оси при бесцентровой обработке	18	-	0,03K	-	-	0,02K
Коэффициент, учитывающий размер	19	K=0,004Г+1, где Г – наибольший габаритный размер обрабатываемой поверхности, мм.				
Примечание 1* - отмечены переходы, которые используют при удалении напусков или увеличенных припусков						

Продолжение таблицы 2

	Технологические переходы, изменяющие точность							
	Черновые, термические, чистовые					Отделочные		
	Закалка, цементация с закалкой	Исправление центровых фасок	Шлифование		Суперфиниширование	Полирование	Доводка-притирка	
			чистовое	тонкое			неразмерная	размерная
8	9	10	11	12	13	14	15	
1	-	-	1, 2, 3, 6	1, 4, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 4, 6
2	1, 2	1, 2	1, 2	1	1, 2	1, 2	1, 2	1
3	-	-	2, 3	1	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	1
4	-	-	1, 2, 3, 6	1, 4, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 4, 6
5	1, 2	1, 2	1, 2	1	1, 2	1, 2	1, 2	1
6	-	-	4, 5, 6	1, 2, 3, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 6
7	-	-	-	-	-	1	2	-
8	-	-	1, 2, 3, 6	1, 4, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 4, 6
9	1, 2, 3, 4	1, 2, 3	1, 2, 3, 4	1, 2, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 4
10	-	-	1,2	2,0	1,0	2,0	5,0	10,0
11	Сохраняется		Ra 0,32-1,2	Ra0,08-0,32	Ra 0,02-0,08	Rz 0,02-0,1	Rz0,02-0,1	Rz 0,02-0,1
12	Исходная		6-8	4-7	Сохраняется	Сохраняется	Сохраняется	3

	+1квалитет				тся	я	няется	
13	Исходная +0,02К	0,03К	0,01К	0,005К	Сохраняется	Сохраняется	Сохраняется	Сохраняется
14	Исходная +0,01К	-	0,02К	0,02К	Сохраняется	Сохраняется	Сохраняется	Сохраняется
15	Исходная +0,01К	-	0,02К	0,02К	Сохраняется	Сохраняется	Сохраняется	Сохраняется
16	Исходная +0,02К	-	0,005К	0,003К	Сохраняется	Сохраняется	0,001К	0,001К
17	Исходная +0,02К	-	0,006К	0,004К	Сохраняется	Сохраняется	0,001К	0,001К
18	-	-	0,01К	0,005К	Сохраняется	Сохраняется	Сохраняется	Сохраняется

Таблица 3 – выбор маршрута обработки сквозных отверстий ($8 \leq d \leq 400$)

Вид заготовки	Материал детали и его состояние		Технологические переходы, изменяющие точность			
			Черновые, термические, чистовые			
			Растачивание черновое	Сверление (рассверливание $d \leq 50$)	Растачивание	
чистовое	алмазное					
1	2		3	4	5	6
Литье в землю, штамповка (без отверстия)	Сталь незакаленная	1	-	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	2, 3, 7, 8	2, 7
	Сталь закаленная	2	-	1, 2, 3, 4, 5, 6	2, 5	5
	Чугун	3	-	1, 2, 3, 4, 6	4, 6	4
Литье, штамповка, с пролитым отверстием	Сталь незакаленная	4	1, 2, 3, 6, 7	4, 5	1, 6, 7	1, 7
	Сталь закаленная	5	1, 2, 3, 5	4	1, 5	5
	Чугун	6	1, 2, 3, 4, 5, 6	7, 8	1, 3, 5	1, 3
Точное литье, штамповка с пролитым или прошитым отверстием	Сталь незакаленная	7	1*, 2*, 3*, 4*	5, 6, 7	1, 2, 3, 4, 6	1, 6
	Сталь закаленная	8	1*, 2*	3, 4	1, 2	
	Чугун	9	1*, 2*, 3*, 4*, 5*	6, 7, 8	1, 2, 3, 4, 5	1
	Цветные металлы	10	1*, 2*, 5*	3	1, 2, 5	1
Катаные заготовки маслotes и трубы	Сталь незакаленная	11	1*, 2*, 3*, 4*, 5*	5, 6, 7	1, 2, 3, 4, 5, 9	1, 6, 9
	Сталь закаленная	12	1*, 2*, 7*	3, 4	1, 2, 3	7
Коэффициент трудоемкости		13	1,0	1,2	1,4	2,3
Шероховатость		14	Rz40...80	Rz40...80	Ra1,25...2,5	Ra0,63...1,25
Точность диаметра		15	12-13	11-13	9-11	6-7

(квалитет)					
Отклонение соосности относительно базы (\pm)	16	0,08K ₂	0,12K ₂	0,04K ₂	0,03K ₂
Позиционные отклонения координат оси (\pm)	17	0,2K ₂	0,1K ₂	0,07K ₂	0,02K ₂
Отклонение параллельности и перпендикулярности	18	0,2K ₁	0,12K ₂	0,02K ₂	0,01K ₂
Отклонение прямолинейности оси	19	0,015K ₁	0,02K ₁	0,01K ₂	0,007K ₂
Отклонение от цилиндричности	20	0,05K ₂	0,04K ₁	0,03K ₂	0,005K ₂
Смещение оси	21	-	-	-	-
Коэффициенты, учитывающие размеры	22	K ₁ = 0,02Г + 1, где Г – наибольший габаритный размер отверстия, мм;			
Примечание 1* - отмечены переходы, которые используют при удалении напусков или увеличенных припусков.					

Продолжение таблицы 3

	Технологические переходы, изменяющие точность									
	Черновые, термические, чистовые						Отделочные			
	Зенкерование d ≤ 50 мм	Сверление ружейным сверлом	Развертывание d ≤ 50 мм	Протягивание l/d ≤ 5	Дорнование, ракатка	Закалка, цементация с закалкой	Шлифование	Хонингование d ≥ 4 мм	Доводка	
7	8	9	10	11	12	13	14	неразмерная	размерная	
1	1, 4, 5	6	1, 3, 6	4, 5	4, 7	-	8	1, 2, 3, 5, 6, 6	1, 2, 3, 5, 6, 8	8
2	1, 6	4	4, 6	3	-	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2
3	1, 2	5	1, 5	3	1	-	2, 6	2, 3, 4, 5, 6	2, 3, 4, 5, 6	2, 6
4	2, 4	-	2, 4	3, 5	3, 7	--	6	1, 2, 4, 5, 6	1, 2, 4, 5, 6	6
5	2, 4	6	2, 4, 6	3	-	1, 2, 3, 4, 5, 6	1	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1
6	2, 6, 7	-	2, 7	4, 8	2, 3	-	5, 6	1, 4, 5, 6, 7, 8	1, 4, 5, 6, 7, 8	5, 6
7	2, 5, 8	-	2, 5, 8	3, 7, 9	3, 6	-	4, 9	1, 2, 4, 5, 6, 7, 9	1, 2, 4, 5, 6, 7, 9	4, 9
8	4	-	4	2, 3, 5, 6	-	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 5	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 5
9	2, 6, 8	-	2, 6, 8	3, 4, 7, 9	4, 7, 8	-	5	1, 2, 3, 4, 5, 9	1, 2, 3, 4, 5, 9	5
10	3	-	3	2, 4, 5	2, 3, 4	-	-	1, 5	1, 5	-
11	2, 5, 8	-	2, 5, 8	3, 7	3, 8, 9	-	4	1, 2, 4, 5, 6, 7	1, 2, 4, 5, 6, 7	4
12	4	-	4	2, 3, 5, 6	-	1, 2, 3, 5, 6, 7	1, 5, 7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	1, 5, 7
13	0,3	1,0	0,6	0,3	0,4	-	2,8	1,0	5,0	10,0
14	Rz 10-20	Ra 0,63-1,25	Ra 0,63-2,5	Ra 0,63-1,25	Ra 0,32-0,63	Сохр	Ra 0,63-1,25	Ra 0,32-0,63	Ra 0,02-0,1	Rz 0,02-0,1
15	9-11	7-8	6-7	6-9	Исходная +1квали	Исходная +1квал	6-9	Сохраняется	Сохраняется	3

					тет	итет				
16	0,06K ₂	0,06K ₂	Исх. +0,02K ₂	Исх. +0,02K ₂	Исх. +0,01K ₂	Сохран яется	0,03K ₂	Сохраняе тся	Сохран яется	Сохра няется
17	0,06K ₂	0,06K ₂	Исх. +0,02K ₂	Исх. +0,02K ₂	Исх. +0,01K ₂	Исх. +0,02 K ₂	0,02K ₂	Сохраняе тся	Сохран яется	Сохра няется
18	0,04K ₂	0,02K ₂	Сохр	0,05K ₁	Сохр	Исх. +0,02 K ₁	0,02K ₂	Сохраняе тся	Сохран яется	Сохра няется
19	0,01K ₂	0,006 K ₂	0,004K ₂	0,005K ₂	0,006K ₂	Исх. +0,02 K ₁	0,004K ₂	Сохраняе тся	0,001K ₂	0,001 K ₂
20	0,006 K ₁	0,003 K ₁	0,002K ₁	0,006K ₂	0,006K ₂	Исх. +0,02 K ₁	0,004K ₂	Сохраняе тся	0,001K ₂	0,001 K ₂
21	-	-	0,02K ₂	0,02K ₂	0,01K ₂	-	-	0,001K ₂	0,002K ₂	0,002 K ₂
22	K ₂ =0,002d+1, где d – диаметр отверстия, мм.									
Примечание 2 – сокращение Исх. – прилагательное исходная (шероховатость, погрешность, точность).										

Контрольные вопросы

1. Краткий сравнительный анализ методов механической обработки валов
2. Краткий сравнительный анализ методов механической обработки плоскостей.
3. Назовите методы механической обработки валов .
4. Методы повышения точности при точении валов.
5. Методы повышения производительности при обработке валов.
6. Дайте краткую характеристику методов финишной обработки валов.
7. Назовите способы круглого шлифования.
8. Проведите сравнительный анализ способов бесцентрового шлифования.
9. Какие методы деформационной обработки валов вы знаете.
10. Фрезерование плоских поверхностей.
11. Протягивание плоских поверхностей.
12. Методы шлифования плоских поверхностей.

Список литературы

1. Выбор маршрута механической обработки (на примере обработки плоскостей, валов, отверстий). Метод. указания к выполнению практич. и лаб. работ для студ. всех форм обуч., обучающ. по направл. подготовки 150900 "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств". Сост. В.В. Глебов, И.И. Праздничков. - Н.Новгород: НГТУ, 2007 - 40 с. 98 шт.
2. Балабанов, А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя/ А.Н. Балабанов - М.: Изд-во стандартов, 1992. - 464 с.

Практическая работа № 4. Разработка маршрута и схем обработки для получения зубчатых венцов

Цель: получение навыков проектирования маршрутов изготовления деталей по типовым технологическим процессам изготовления деталей машиностроения средней сложности; научиться выбирать схемы базирования заготовок деталей машиностроения средней сложности (ПКС-2).

Задание.

1. Разработать маршрут обработки детали - зубчатое колесо с определением содержания операций.
2. Выбора схем базирования и закрепления заготовок деталей машиностроения средней сложности

Исходные данные: наименование детали; габаритные размеры; материал детали; вес детали; тип производства.

Technical drawing of a spur gear showing a cross-section and a detail of the tooth profile. Dimensions include: outer diameter $\phi 146,95^{+0,25}$, pitch diameter $\phi 127$, addendum diameter $\phi 64$, and root diameter $\phi 4,017$. Surface finish requirements are indicated by \sqrt{Ra} values: 25, 125, 0,8, and 0,02. Geometric tolerances include $2 \times 45^\circ$ chamfers, $16 \times 45^\circ$ chamfers, and a circular runout of $0,008$. A detail of the tooth profile shows a thickness of $12,159$ mm and a fillet radius of $R0,4max$.

$\sqrt{Rz\ 20}$ ($\sqrt{}$)	
Модуль	m
Число зубьев	z
Угол наклона	β
Направление линии зуба	левое
Исходный контур	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения исходного контура	x
Степень точности по ГОСТ 1643-81	8-7-6-Ba
Делительный диаметр	d
	14,285

1. HB180...200;
 2. Неуказанные радиусы 2...3мм;
 3. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий - H14, валов - h14, остальных $\pm I14/2$.

Объект производства – цилиндрическое зубчатое колесо из стали 25ХГТ, масса 1,2 кг; тип производства – серийное. Состояние имеющегося зубообрабатывающего оборудования – среднее.

Порядок выполнения работы

1. Для предложенного преподавателем варианта задания определить вид заготовки, выбрать маршрут зубообработки .
 2. Определяются значения общего коэффициента изменения параметра, которые необходимо обеспечить при реализации технологического процесса
- Результаты свести в таблицу .

3. С учетом требований чертежа и возможностей различных процессов обработки зубьев зубчатых колес принимается маршрут обработки зубьев колеса.

4. С учетом размеров обрабатываемой шестерни, типа производства и требований к степени точности колес на различных операциях их обработки, принимается оборудование и режущий инструмент для принятого маршрута обработки. Результаты свести в таблицу.

5. Назначить базовые поверхности деталей, на которые производится их установка на принятых операциях обработки. На эскизе детали – объекте проектирования – следует обозначить базовые поверхности.

6. Назначить припуски при обработке зубьев. Результаты свести в таблицу.

Контрольные вопросы

1. Почему разработка технологического процесса изготовления зубчатого колеса должна начинаться с проектирования технологии обработки зубьев колеса?

2. Какие факторы влияют на выбор методов обработки зубьев шестерен?

3. Каковы основные этапы разработки технологического процесса обработки детали?

4. Как тип производства влияет на выбор оборудования для обработки детали?

5. Что понимается под технологической наследственностью при изготовлении деталей?

6. Как определить коэффициент изменения параметра точности по всему технологическому процессу изготовления детали на данной операции?

7. Что является условием обеспечения данным технологическим процессом требуемой точности обработки по данному параметру?

8. Как оценить состояние оборудования с точки зрения обеспечения им необходимой точности обработки?

9. Какие методы окончательной термической обработки зубчатых колес вам известны?

10. Какие факторы влияют на выбор оборудования и режущего инструмента при обработке зубьев шестерен?

11. Какие поверхности цилиндрических шестерен используют в качестве технологических баз при нарезании и отделке зубьев?

12. От чего зависят припуски на отделку зубьев, каковы пределы их изменения для различных видов отделки зубьев?

13. Как определить требования к параметрам точности зубьев на промежуточных операциях их обработки

Список литературы

1.Косилова, А.Г. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т.1 / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1986. - 656 с.

2.Косиловой, А.Г. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т.2 / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1986. - 496 с.

3. Технология машиностроения : курсовое проектирование. Учебное пособие / М. М. Кане, А. И. Медведев, И. А. Каштальян [и др.] ; под редакцией М. М. Кане, В. К. Шелег. — Минск : Вышэйшая школа, 2013. — 312 с. — ISBN 978-985-06-2285-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/24083.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Практическая работа № 5. Расчет и назначение элементов режимов резания на операции токарной обработки

Цель работы: установление технологических режимов технологических операций изготовления деталей машиностроения средней сложности.

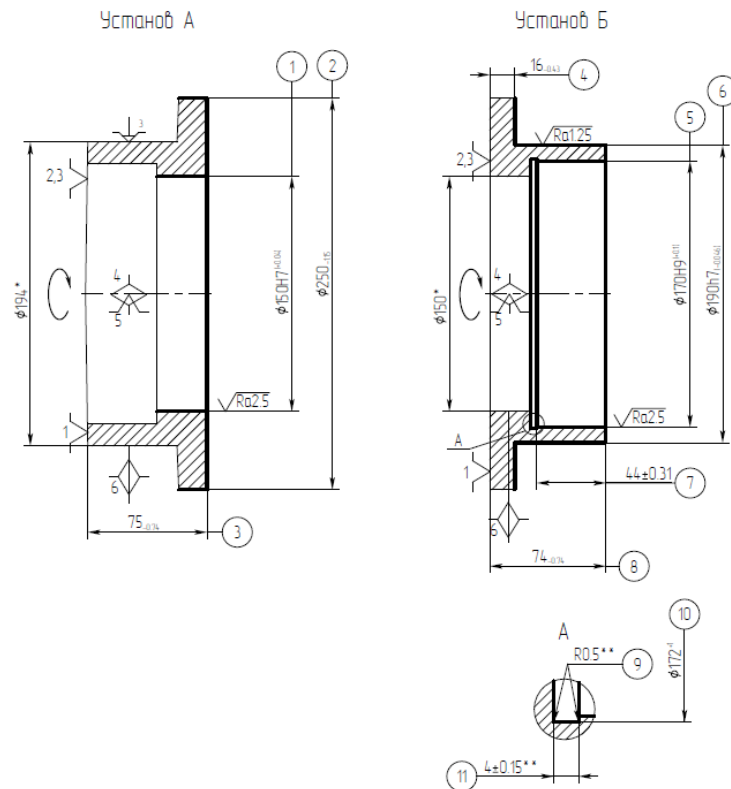
(ИПКС-2.3. Выполняет решение технологические и конструкторских задач на всех этапах разработки технологического процесса изготовления деталей машиностроения, оценивая возможные варианты, их достоинства и недостатки с точки зрения соответствия условиям проектирования и экономической эффективности.)

Задание:

По выданному операционному эскизу и содержанию переходов токарной операции выполнить расчет режимов резания.

Пример задания.

Операция токарная, токарно-револьверный станок с ЧПУ марки Haas ST-10,



Содержание переходов:

Установ А.

1. Подрезать торец в размер $75_{-0,74}$ мм. Инструмент – резец проходной, Т15К6.
2. Точить поверхность до $\text{Ø}250_{-1,15}$ мм. Инструмент – резец проходной, Т15К6.
3. Расточить отверстие до $\text{Ø}150\text{H}7$. Инструмент – резец расточной, Т15К6.

Установ Б.

4. Подрезать торец в размер $74_{-0,74}$ мм. Инструмент – резец проходной, Т15К6.
5. Точить поверхность до $\text{Ø}190\text{h}7$ мм, выдерживая размер $16_{-0,43}$ мм. Инструмент – резец проходной, Т15К6.
6. Точить канавку, выдерживая размеры $44 \pm 0,31$ мм, $4 \pm 0,15$ мм, R0,5 и $\text{Ø}172_{+1}$ мм. Инструмент – резец канавочный, Т15К6.
7. Расточить отверстие до $\text{Ø}170\text{H}9$. Инструмент – резец проходной, Т15К6.

Порядок проведения расчетов

Большинство деталей машин из различных материалов приобретает окончательную форму и размеры в результате механической обработки. Важная роль в этом принадлежит обработке материалов резанием.

При расчете элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже.

При черновой (предварительной) обработке назначают по возможности максимальную глубину резания t , мм, равную всему припуску на обработку или

большей части его. При чистовой (окончательной) обработке – в зависимости от требований точности размеров и шероховатости обработанной поверхности [10].

Подача S , мм/об при черновой обработке выбирается максимально возможная, исходя из жесткости и прочности системы СПИД, мощности привода станка, прочности твердосплавной пластинки и других ограничивающих факторов [4].

При чистовой обработке – в зависимости от требуемой точности и шероховатости обработанной поверхности.

Скорость резания, V м/мин рассчитывают по эмпирическим формулам [4], установленным для каждого вида обработки, которые имеют общий вид:

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_V,$$

где C_V , m , x , y – значения коэффициента и показателей степеней, зависящие от обрабатываемого материала и вида обработки, приведены в таблицах [4].

T – периода стойкости инструмента, применяемого для данного вида обработки, мин.

Вычисленная с использованием табличных данных скорость резания V учитывает конкретные значения глубины резания t подачи S и стойкости инструмента T и действительна при определенных табличных значениях ряда других факторов. Поэтому для получения действительного значения скорости резания V с учетом конкретных значений упомянутых факторов вводится поправочный коэффициент K_V .

K_V – поправочный коэффициент как произведение ряда коэффициентов:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{nV} \cdot K_{UV},$$

где K_{MV} – поправочный коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{nV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{UV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

Стойкость T – период работы инструмента до затупления, приводимый для различных видов обработки, соответствует условиям одноинструментальной обработки. При многоинструментальной обработке период стойкости T следует увеличивать. Он зависит прежде всего от числа одновременно работающих инструментов, отношения времени резания к времени рабочего хода, материала инструмента, вида оборудования. При многостаночном обслуживании период стойкости T также необходимо увеличивать с возрастанием числа обслуживаемых станков.

В обычных случаях расчет точного значения периода стойкости громоздкий. Поэтому ориентировочно можно считать, что период стойкости при многоинструментальной обработке равен

$$T_{ми} = TK_{ги},$$

а при многостаночном обслуживании:

$$T_{mc} = TK_{Tc}$$

где T – стойкость лимитирующего инструмента;

K_{Ti} – коэффициент изменения периода стойкости при многоинструментальной обработке;

K_{Tc} – коэффициент изменения периода стойкости при многостаночном обслуживании [1].

По рассчитанному значению скорости резания определяем n частоту вращения шпинделя, об/мин:

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

где D – диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

Расчетное значение частоты вращения шпинделя корректируют по паспортным данным станка, по принятому значению определяют фактическую величину скорости резания.

$$V = \frac{\pi D n}{1000}.$$

Сила резания. Под силой резания обычно подразумевают ее главную составляющую P_z , определяющую расходуемую на резание мощность N_e и крутящий момент на шпинделе станка. Силовые зависимости рассчитывают по эмпирическим формулам:

$$P_{x,y,z} = 10C_p t^x S^y V^n K_p,$$

где $P_{x,y,z}$ – соответственно тангенциальная, радиальная и осевая составляющие силы резания;

C_p, x, y, z, n – значения коэффициентов и показателей степени видов зависящие от видов обработки, приведены в соответствующих таблицах справочника.

K_p – общий поправочный коэффициент, учитывающий измененные по сравнению с табличными условия резания, представляющий собой произведение из ряда коэффициентов:

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

где $K_{mp}, K_{fp}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ – коэффициенты, характеризующие геометрию инструмента.

Заканчиваются расчеты определением мощности потребляемой на резании и сравниваются с мощностью двигателя станка.

Бланк сводной таблицы

Эскиз детали			Эскиз заготовки			
Материал детали		$\sigma =$				
Анализ технологичности конструкции детали с точки зрения получения резьбовой поверхности						
Эскиз технологической схемы обработки резцом						
Наименование и марка оборудования						
Материал режущей части инструмента						
Режимы резания					Мощность N , кВт	Основное время t_0 , МИН
Номер перехода	V , м/мин	S , мм/об	t , мм	i ,		

Образец составления отчета

1. Определение режимов резания, силовых характеристик и основного технологического времени

1.1. Скорость резания определяется по формуле

$$v = \frac{\pi D f}{1000 t P}$$

Число оборотов шпинделя станка равно

$$n = \frac{1000v}{\pi D}$$

Корректируем по паспорту станка $n_{\text{пр}}$. Тогда скорость резания

$$v = \frac{\pi D n_{\text{пр}}}{1000}$$

1.2. Силовые зависимости

Тангенциальная составляющая силы резания, Н

$$P_{x,y,z} = 10C_p t^x S^y V^n K_p,$$

где $K_p = K_{\text{мр}}K_{\text{фр}}K_{\text{гр}}K_{\text{лр}}K_{\text{рр}}$;

Мощность, кВт, при нарезании резьбы резцами

$$N = \frac{P_z v}{1020 \times 60}$$

1.3. Основное технологическое время t_0 , мин, при нарезание резьбы резцами

$$t_0 = \frac{(l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{п}})}{ns} ig.$$

Контрольные вопросы

1. Дайте определение «метод обработки резанием».
2. Назовите углы заточки режущей части инструмента. Каков характер влияния углов заточки на качество и производительность обработок?
3. Какие группы инструментальных материалов Вам известны?
4. Назовите группы инструментальных сталей.
5. Назовите группы и области использования инструментальных твердых сплавов.
6. Назовите виды современных сверхтвердых инструментальных материалов и область их применения.
7. Назовите смазочно-охлаждающие технологические средства, применяемые при обработке резанием. Каково их назначение?
8. Какие виды смазочно-охлаждающих жидкостей применяют при обработке?
9. Назовите элементы режимов резания.

10. Назовите методы определения режимов резания.
11. Дайте определение основного времени.
12. Как устанавливается основное время на технологическую операцию? Каковы пути сокращения основного времени?

Список литературы

1. Гузеев В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ: Справочник / В. И. Гузеев, Батуев В.А., Сурков И.В.; Под ред. В.И. Гузеева. - М.: Машиностроение, 2007. - 368 с.

2. Аверченков В.И. и др. Технология машиностроения. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие. Под общ. ред. В.И. Аверченкова и Е.А. Польского. Допущено Министерством образования РФ - М.: ИНФРА-М, 2006 - 288 с. 40 шт.

3. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х томах. Том 2 . Под ред. А.М.Дальского, А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. - М.: Машиностроение-1, 2003 - 944 с. 3 шт.

Практическая работа № 6. Расчет и назначение элементов режимов резания на операции фрезерования и шлифования.

Цель работы: научиться определять последовательность обработки поверхностей заготовок сложных деталей типа тел вращения. Проектировать карты технологических наладок на операций выполняемых на станках с ЧПУ, методом концентрации. Освоение части компетенции ПКС-4.-Способен разрабатывать технологии и программы изготовления деталей на станках с ЧПУ (ИПКС-4.3.Представляет решение технологических задач при разработке технологической операции процесса изготовления деталей машиностроения на станках с ЧПУ, оценивая возможные варианты, их достоинства и недостатки).

Задание :

Исходные данные для проектирования:

1. Чертёж детали, с указанием преподавателем поверхностей для обработки.
 - Наименование детали
 - Материал детали
 - Габаритные размеры
 - Вес детали
 - Обрабатываемые поверхности с указанием размеров
 - Тип производства
2. Определить вид и способ получения заготовки для данной детали.
3. Выбор станка для данной операции
4. Выбор приспособления
5. Выбор режущего инструмента с указанием марки материала режущей части
6. Разработать план фрезерной(шлифовальной) операции, т.е. определить её содержание по переходам и записать их содержание.

7. Заполнить бланк ОК с выполнением операционного эскиза
8. Определить глубину резания t (мм)
9. Выбрать подучу на зуб S_2 (мм/зуб)
10. Выбрать скорость резания V (м/мин)
11. Рассчитать число оборотов фрезы u (об/мин)
12. Принять действительное n_B (об/мин)
13. Рассчитать V_8 (м/мин)
14. Рассчитать S_0 (мм/об); S_M (мм/мин)
15. Определить мощность резания N_p .
16. Сравнить с мощностью станка, сделать вывод.

Отчёт должен содержать:

1. Расчет режимов резания.
2. Эскиз операционный на фрезерование, шлифование

Теоретическая часть

Обработка наружных поверхностей вращения (круглое наружное шлифование)

К процессам круглого шлифования относится обработка цилиндрических, конических и фасонных, гладких и ступенчатых, сквозных и глухих, наружных и внутренних поверхностей вращения.

При круглом шлифовании обрабатываемая деталь вращается вокруг своей оси. Скорость вращения детали (круговую подачу) V_∂ , м/мин, определяют по формуле

$$V = \frac{\pi D_\partial n_\partial}{1000}$$

где D_∂ – максимальный диаметр обработки (диаметр заготовки при наружном шлифовании или диаметр обработанной поверхности при внутреннем шлифовании, мм);

n_∂ – частота вращения детали, мин⁻¹.

Кроме того, при круглом шлифовании имеют место относительное взаимное перемещение шлифовального круга и детали вдоль ее оси (продольная подача) и нормально к оси детали (поперечная подача). Возможна также подача под углом к детали.

Продольная подача S_{np} может быть измерена в долях высоты шлифовального круга за оборот детали, в миллиметрах на оборот детали, в миллиметрах в минуту.

Продольная подача S_{np} , мм/об, в долях K ширины шлифовального круга за оборот детали определяется по формуле:

$$S_{np} = TK,$$

где K – коэффициент, зависящий от вида обработки ($K = 0,35 \dots 0,85$ – для черновой обработки; $K = 0,2 \dots 0,3$ – для чистовой обработки);

T – высота шлифовального круга, мм.

Поперечная подача S_{non} и подача под углом могут быть измерены в миллиметрах на оборот детали, в миллиметрах на ход стола или шлифовальной

бабки, миллиметрах на двойной ход стола или шлифовальной бабки, в миллиметрах в минуту.

В зависимости от вида шлифования и длины шлифуемых поверхностей поперечная подача может быть прерывистой или непрерывной. Прерывистая подача обычно применяется при шлифовании длинных деталей, непрерывная – при шлифовании коротких деталей.

Диапазон изменения поперечной подачи при черновой обработке находится в пределах $S_{\text{non}} = 0,01 \dots 0,07$ мм/дв. ход, и $S_{\text{non}} = 0,005 \dots 0,02$ мм/дв. ход – при чистовой обработке.

Наружное круглое шлифование может быть обдирочное, точное (предварительное и чистовое) и тонкое.

Обдирочное шлифование характеризуется съемом относительно больших припусков (до 3...5 мм) и может применяться взамен предварительной обработки лезвийным инструментом.

Наиболее распространенным является точное шлифование, обеспечивающее точность обработки по 7...9 качеству и шероховатость $Ra = 1,25 \dots 0,16$ мкм. Снимаемый при этом припуск составляет в зависимости от диаметра и состояния исходной заготовки 0,1...0,5 мм на сторону.

Тонкое шлифование обеспечивает достижение 6-7 качества точности и шероховатость $Ra = 0,16 \dots 0,08$ мкм.

Различают несколько видов круглого наружного шлифования периферией круга.

1 По направлению подачи: с продольной, поперечной (врезное шлифование), тангенциальной подачей и с подачей под углом.

2 По схеме снятия припуска: многопроходное и однопроходное (глубинное).

3 По способу закрепления и базирования заготовок: в центрах, в патроне и бесцентровое.

Шлифование периферией круга методом продольной подачи

Обработку деталей производят на круглошлифовальных станках. Обрабатываемая деталь устанавливается в центрах передней и задней бабок (рисунок 1). Деталь вращается с частотой n_d в направлении, противоположном вращению шлифовального круга (встречное), или в том же (попутное). Продольное возвратно-поступательное движение получает стол, на котором установлена обрабатываемая деталь. Припуск снимается в процессе многих проходов при малых глубинах резания. Применяют данный метод в условиях единичного и серийного производства при обработке цилиндрических деталей значительной длины ($L > 80$ мм). Чаще всего обрабатываются валы, оси, различного рода инструменты (сверла, протяжки и др.), а также поверхности конических деталей, при этом деталь должна быть повернута на угол, равный половине угла конуса.

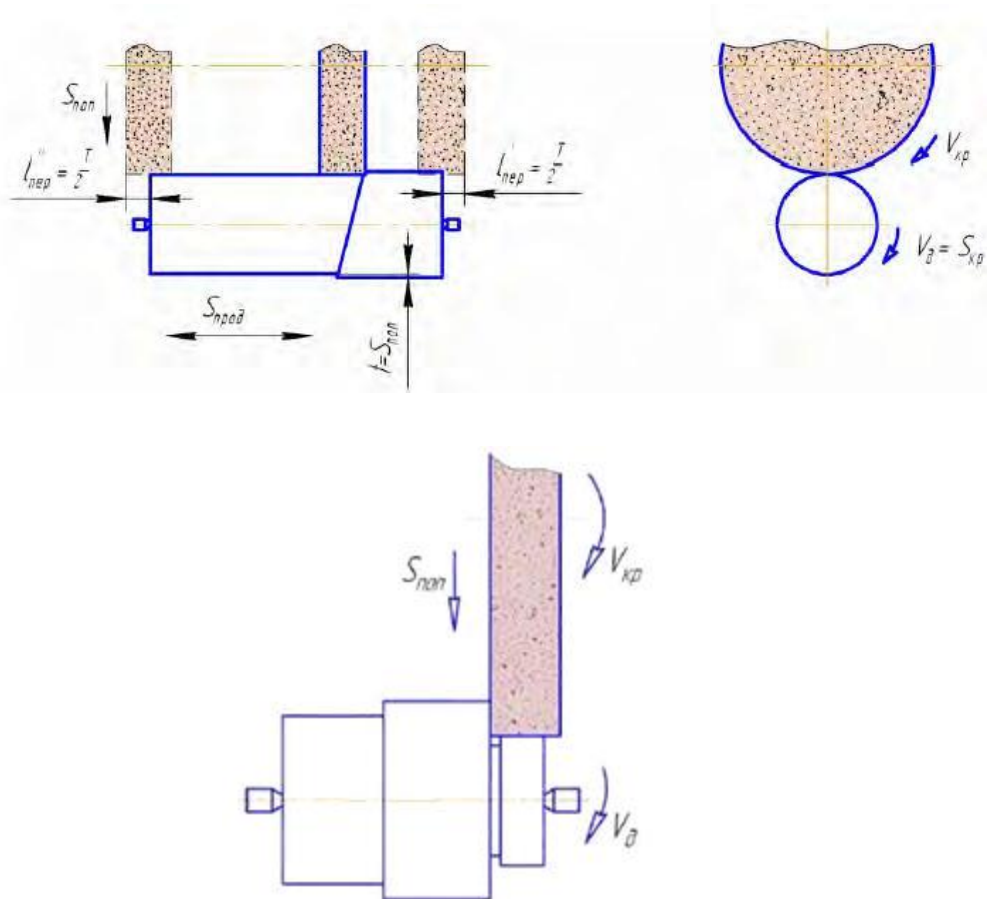


Рис. 1 – Схема круглого наружного шлифования

Шлифование периферией круга методом поперечной подачи (врезное шлифование).

Выполняется аналогично предыдущему методу, но удаление припуска производится только за счет поперечной подачи $S_{\text{пер}}$ (рисунок 2). На практике данным методом обрабатывают короткие шейки валов, буртики, цапфы и т.д. Применяется при длине шлифования $L < 80$ мм для черновой и чистовой обработки деталей с повышенной жесткостью. Высота круга выбирается на 10-15 мм больше длины шлифуемой поверхности.

При соответствующем профилировании абразивного круга могут обрабатываться и детали с фасонными поверхностями.

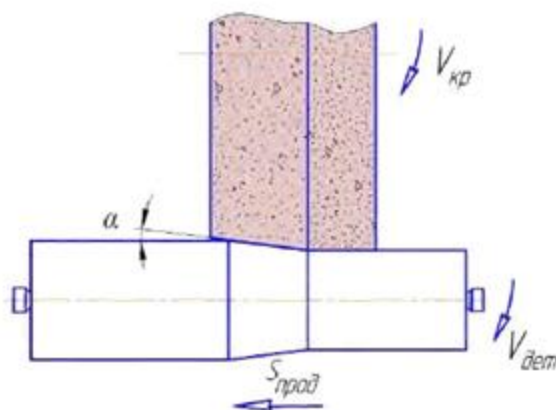


Рис. 2 – Схема врезного шлифования

В процессе шлифования абразивному кругу сообщается непрерывная поперечная подача, величина которой составляет при черновом шлифовании от 0,002 до 0,02 мм/об и при чистовом – от 0,001 до 0,01 мм/об. Минутная подача $S_{мин}$ достигает от 1,2 до 3 мм/мин.

При врезном шлифовании поверхность обрабатывается по всей длине.

Однопроходное (глубинное) шлифование периферией круга.

Весь припуск снимается за один проход, для чего заправляют абразивный круг на конус или уступами. Основная работа производится конической частью, цилиндрическая часть только зачищает поверхность.

Применяется этот метод при обработке коротких жестких деталей со снятием припуска до 0,4 мм. Продольная подача выбирается в пределах от 1 до 6 мм за оборот детали. Этот метод более производительен, чем многопроходное шлифование, однако не обеспечивает такой высокой точности.

Наиболее нагруженный участок круга, его заборную часть, рекомендуется заправлять на конус с углом приблизительно равным 2° .

Шлифование периферией круга методом тангенциальной подачи (врезное шлифование на проход)

Шлифовальный круг подается в тангенциальном направлении по отношению к обрабатываемой детали (рисунок 3). При этом съём в начальный период обработки получается большим, но постоянно уменьшается и в момент времени, когда оси круга и обрабатываемой детали оказываются в вертикальной плоскости, снятие припуска заканчивается и осуществляется выхаживание. Применяется при черновой и чистовой обработке относительно коротких поверхностей ($L < T$), в том числе конических и фасонных.

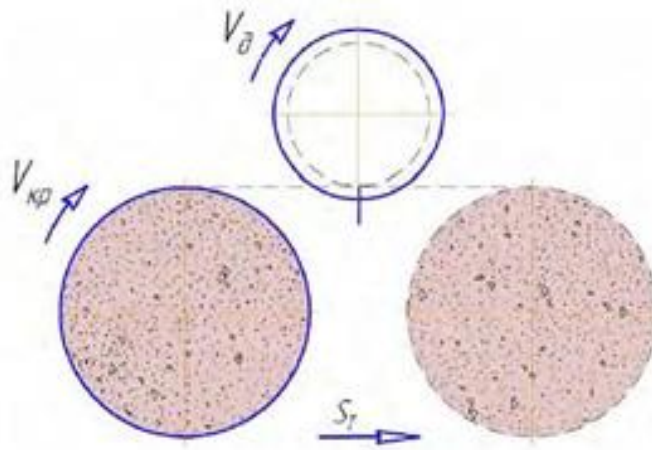


Рис. 3 – Схема шлифования методом тангенциальной подачи

Шлифование периферией круга с подачей под углом (рисунок 4)

Метод применяется для одновременного шлифования двух и более сопряженных поверхностей. По форме поверхности могут быть цилиндрическими, торцевыми и фасонными.

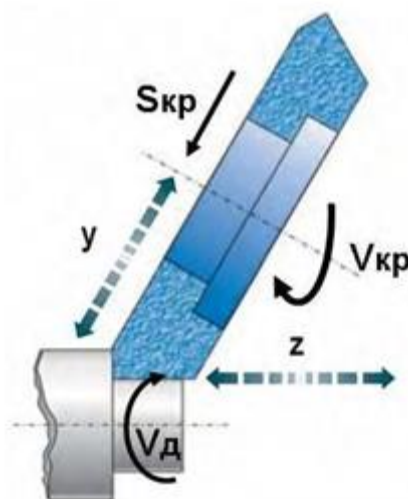


Рис. 4 – Схема шлифования периферией круга с подачей под углом

Деталь должна быть достаточно жесткой, а торцевокруглошлифовальный станок должен допускать наклон круга α от 8° до 45° , который выбирается в зависимости от припусков по торцу и диаметральному размеру. Высота круга не должна превышать 200 мм.

Шлифование торцом круга

Этот метод применяется при обработке больших цилиндрических поверхностей (крупных валков, шпинделей, колонн). Съем припуска выполняется за несколько проходов торцом шлифовального круга вдоль образующей детали (рисунок 5).

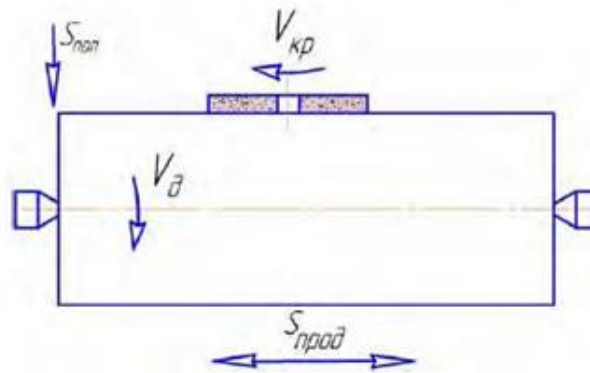


Рис. 5– Схема шлифования торцом круга

Бесцентровое шлифование

Бесцентровое шлифование применяется для обработки деталей типа валов в условиях крупносерийного и массового производства (рисунок б).

Достоинством его является возможность автоматизации загрузки заготовок и подачи их на обработку, а также отсутствие необходимости в закреплении детали.

Деталь 3 помещается на опорном ноже 4 между ведущим кругом 2 и шлифующим кругом 1. Наличие скоса на ноже обеспечивает прижим детали к ведущему кругу. Ось обрабатываемого изделия выше оси кругов на величину $h=0,1 \dots 0,3D_{дет}$. Рабочий круг вращается со скоростью шлифования $V_{шл.кр} = 30 \dots 35 \text{ м / с}$, ведущий круг – со скоростью $V_{вед.кр} = 15 \dots 30 \text{ м / мин}$. Ведущий круг повернут относительно шлифующего круга на величину $\alpha=5^\circ$.

В этом случае вектор скорости ведущего круга $V_{вед.кр}$ раскладывается на составляющую $V_{дет}$, обеспечивающую вращение изделия, и составляющую $V_{прод}$, обеспечивающую продольную подачу.

Величина скорости вращения детали $V_{дет}$, м/мин, определяется по формуле

$$V_{дет} = V_{вед.кр} \cos \alpha .$$

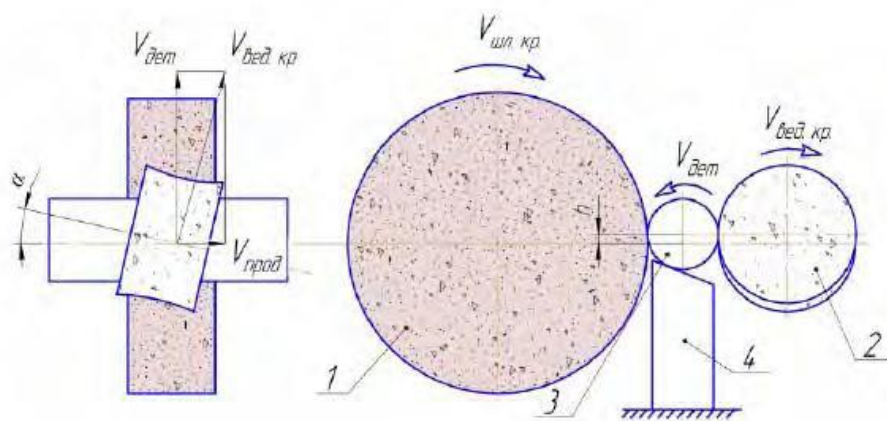


Рис. 6 – Бесцентровое шлифование

Скорость продольной подачи $V_{прод}$, м/мин, определяется по формуле

$$V_{прод} = V_{вед.кр} \sin \alpha K,$$

где K – коэффициент осевого проскальзывания, $K = 0,95 \dots 0,99$.

Величина продольной подачи за 1 оборот детали $S_{прод}$, мм/об, определяется из выражения

$$S_{прод} = \frac{V_{прод}}{1000 n_{изд\ddot{e}}}$$

где

$$n_{изд} = \frac{1000 V_{изд}}{\pi D_{изд}}$$

Поскольку с увеличением угла α увеличивается продольная подача, то он влияет на производительность. Однако, при его увеличении повышается шероховатость обработанной поверхности. Поэтому для черновой обработки значение $3 \dots 5$, а для чистовой – $1 \dots 2$.

Данный метод обеспечивает возможность получения размеров по 7 качеству точности с погрешностью формы не более 2,5 мкм и шероховатостью обработанной поверхности в пределах $Ra \ 0,32 \dots 0,16$ мкм.

Шлифование внутренних поверхностей вращения

Шлифование таких поверхностей производится на внутришлифовальных станках. Деталь в большинстве случаев закрепляется в патроне. Направление вращения шлифовального круга выбирается противоположным вращению детали. Диаметр шлифовального круга принимается равным 0,8...0,9 диаметра обрабатываемого отверстия. При диаметре обработки более 125 мм диаметр шлифовального круга выбирается равным 0,65...0,75 диаметра отверстия.

Внутреннее шлифование протекает в более сложных условиях, чем наружное.

Это объясняется рядом причин:

1) большая длина дуги и длительность контакта режущих зерен с обрабатываемой поверхностью увеличивают работу резания, совершаемую каждым из этих зерен, и температуру их нагрева, что приводит к снижению стойкости зерен и режущей способности круга.

2) меньшая жесткость шлифовального шпинделя из-за малых размеров круга повышает вероятность возникновения вибраций;

3) закрытая зона обработки и затрудненный доступ СОЖ снижают интенсивность ее охлаждения.

Вследствие этого допустимая глубина резания t ($S_{нон}$) и продольная подача при этом виде обработки в два раза меньше, чем при наружном круглом шлифовании.

Шлифование в патроне с продольной подачей (рисунок 7) применяется при обработке сквозных и глухих отверстий большой длины. При чистовой окончательной обработке применяется многопроходное шлифование, при

котором шлифовальный круг совершает возвратно -поступательное движение и движение поперечной подачи на каждый двойной ход. В конце обработки может производиться выхаживание без поперечной подачи. Величина продольной подачи при предварительном шлифовании принимается равным $(0,4-0,8)T$, а при чистовом – $(0,25...0,4)T$. Поперечная подача на двойной ход принимается от 0,005 до 0,015 мм. Точность размеров при внутреннем шлифовании достигает 6...9 квалитетов, а шероховатость $-Ra=2,5...0,32$ мкм.

Шлифование в патроне с поперечной подачей (рисунок 8) применяется при небольшой длине деталей. В этом случае круг имеет только поперечную подачу. Способ применяется для обработки сквозных и глухих отверстий в деталях повышенной жесткости.

Шлифование отверстий с планетарным вращением шпинделя применяется для обработки отверстий в крупных и корпусных деталях. При этом шлифовальный круг совершает планетарное движение внутри обрабатываемого отверстия. Обработка может производиться методами продольной или поперечной подачи (рисунок 9).

В процессе обработки заготовка остается неподвижной, шлифовальный круг вращается вокруг своей оси со скоростью от 25 до 50 м/с, а ось шлифовального круга совершает планетарное движение со скоростью от 40 до 60 м/мин.

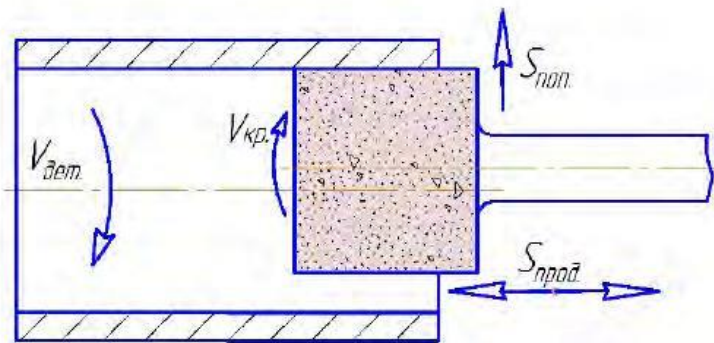


Рис. 7 – Схема шлифования отверстий в патроне с продольной подачей

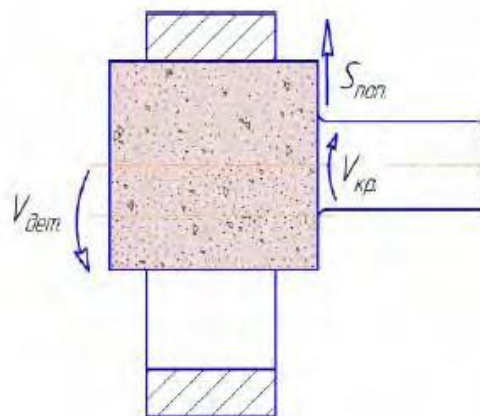


Рис. 8 – Схема шлифования отверстий в патроне с поперечной подачей

Шлифовальный шпиндель может совершать возвратно-поступательное движение вдоль оси изделия, и тогда продольная подача назначается в долях ширины круга. Поперечное врезание осуществляется кругом, при этом $S_{\text{поп}} = 0,008 \dots 0,05$ мм на двойной ход круга.

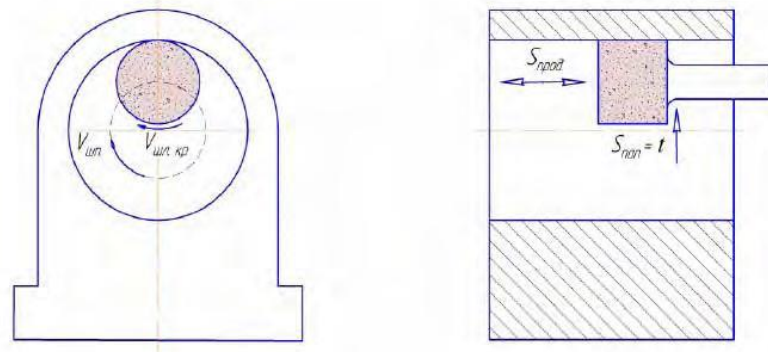


Рис. 9 – Схема шлифования отверстий с планетарным вращением шпинделя

Бесцентровое внутреннее шлифование

В этом случае обрабатываемая деталь не закрепляется, а располагается между роликами 2, 3, 4 (рисунок 10), из которых ролик 2 является ведущим, а ролик 4 – прижимным. Деталь в процессе обработки вращается с окружной скоростью, равной окружной скорости ведущего ролика.

Применяется способ при обработке колец подшипников качения. Достигается точность обработки по 6...7 качеству, а отклонения от концентричности и параллельности осей внутренней и наружной поверхности – в пределах 0,003 мм.

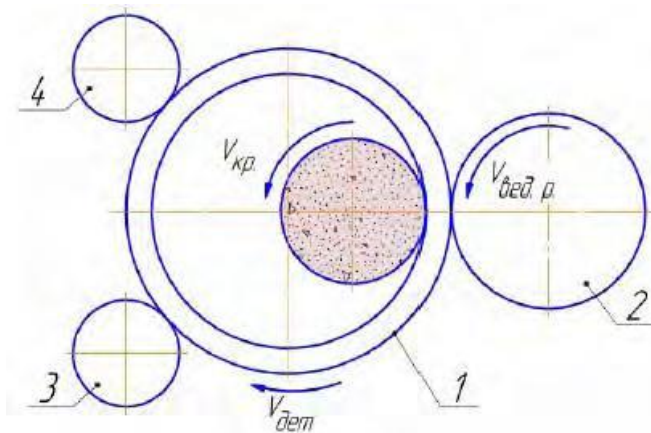


Рис. 10 – Схема бесцентрового внутреннего шлифования

Шлифование плоских поверхностей деталей

Шлифование плоских поверхностей деталей выполняют периферией или торцом круга.

Шлифование периферией круга можно выполнять как с поперечной подачей (когда ширина обрабатываемой поверхности больше ширины круга), так и без таковой. Этот способ применяется при обработке плоскостей значительной ширины, например, поверхностей плит, столов, плоскостей разъема деталей и т.д. на станках продольного (рисунок 11) и карусельного типов (рисунок 12).

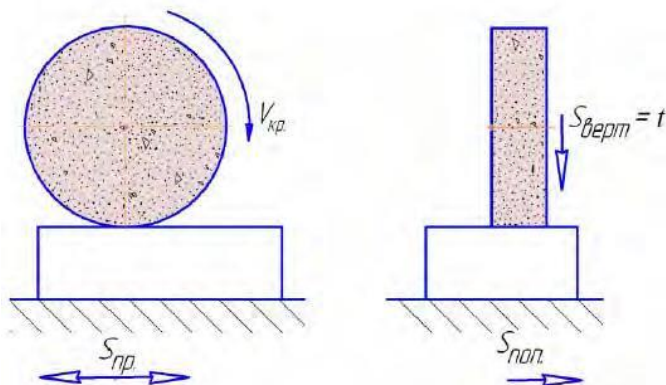


Рис. 11 – Схема плоского шлифования периферией круга на станках с прямоугольным столом

Аналогичные способы обработки применяются и при *шлифовании торцом круга* (рисунок 13). Необходимо отметить, что способы шлифования плоских поверхностей торцом круга являются более производительным по сравнению со шлифованием периферией круга. Объясняется это тем, что в процессе работы торцом круга с обрабатываемой поверхностью контактирует большая поверхность абразивного круга, а следовательно, в резании принимает участие большее количество абразивных зерен. При шлифовании торцом круга обычно используются круги тарельчатой или чашечной формы. При такой форме кругов в процессе обработки изнашивается только та их часть, которая находится в контакте с обрабатываемой поверхностью.

В этом случае облегчается процесс правки кругов, так как нет необходимости править всю их поверхность.

Вместе с тем при выборе способа шлифования плоских поверхностей деталей необходимо иметь в виду, что шлифование периферий круга дает возможность получить более высокую точность. Кроме того, имеет место меньшее тепловыделение в зоне резания и, следовательно, меньшие тепловые деформации. Это обстоятельство особенно важно при шлифовании деталей, где нужно избежать возможного коробления и прижогов на поверхности.

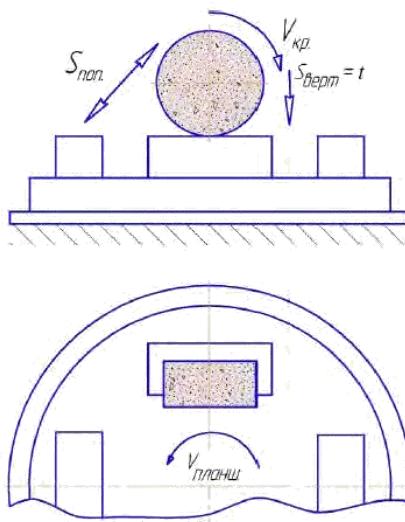


Рис. 12 – Схема плоского шлифования периферией круга на станках карусельного типа

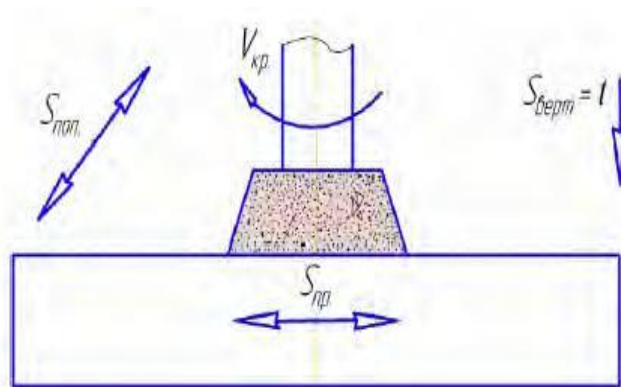


Рисунок 13 – Схема плоского шлифования торцом круга

Основные параметры плоского шлифования: скорость круга – от 25 до 50 м/с, скорость продольного перемещения – от 2 до 40 м/мин, глубина резания для чернового шлифования – от 0,02 до 0,08 мм, а для чистового – от 0,005 до 0,01 мм.

Точность размеров при плоском шлифовании достигает 6-9 квалитетов, а шероховатость – $Ra\ 2,5 \dots 0,08\ \text{мкм}$.

Рекомендации к разработке операционных эскизов

Эскизы следует выполнять с соблюдением масштаба или без соблюдения масштаба, но с примерным соблюдением пропорций.

При разработке технологической операции необходимо помнить, что сначала разрабатывается и полностью оформляется эскиз на карте эскизов, а только потом заполняется текстовая операционная карта.

На каждом эскизе необходимо показать:

1. Заготовку в рабочем положении (которое она занимает при обработке), причем ее контур изображается в таком виде, в каком она получается в конце

данной операции или установка. Если операция выполняется за несколько установов, то эскиз оформляется на каждый установ отдельно. В этом случае каждому эскизу присваивается номер операции и через черточку — номер вспомогательного перехода на перезакрепление заготовки. Например, 020-1, 065-2 и т. п.

2. Поверхности, обрабатываемые на данной операции, выделяются утолщенными черными линиями ($2 - 3 S$).

3. Условное обозначение опор, зажимов, установочных устройств выполняется согласно ГОСТ 3.1107 – 81 (Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения).

4. Размеры, получаемые на данной операции с указанием допусков и шероховатости поверхности. При этом необходимо учесть, что на эскизе проставляются только те размеры, которые обеспечиваются только на данной операции. Проставлять размеры следует таким образом, чтобы не появилась необходимость перерасчета номинальных значений и допусков на них, т. е. простановка размера должна учитывать способ его получения (технологическая база должна быть совмещена с измерительной).

5. Габаритные размеры заготовки (в качестве справочных данных).

6. Допуски на погрешности формы, взаимного расположения поверхностей, если это необходимо обеспечить на данной операции.

7. Режущий инструмент показывается по мере необходимости, предпочтительно в конце рабочего хода (если инструмент затемняет эскиз, то его можно изобразить отведенным от заготовки).

8. Нумерация обрабатываемых поверхностей либо размеров обработки проставляется в кружочках, начинается с цифры 1. Последовательность простановки номеров в кружочках рекомендуется вести по ходу часовой стрелки. Нумерация относится только к конкретной рассматриваемой операции (установу). На последующих операциях (установках) нумерация снова начинается с цифры 1. При этом, естественно, одна и та же поверхность заготовки на разных операциях (установках) может иметь различный номер.

Над каждым эскизом наладки указывается наименование операции и ее номер согласно маршрутной карте.

Контрольные вопросы:

1. Назовите элементы режимов резания в порядке их определения?
2. От чего зависит скорость резания? (для случая токарной обработки), (для сверлильной обработки), (для рассверливания, зенкерования, развертывания), (для фрезерования);
3. Чему равна подача при нарезании резьбы?
4. Назовите единицы измерения подачи при фрезеровании .
5. Чему равна глубина резания при фасонном точении?
6. Чему равна глубина резания при поперечном точении?
7. Что такое период стойкости резца?
8. Область применения УДГ.

9. В чем сущность и достоинства метода "маятниковой подачи" при фрезеровании шпоночных пазов?

10. Область применения вращающихся столов.

11. Характеристика встречного и попутного фрезерования.

Список литературы

1. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2 . под ред. Дальского А.М., Сулова А.Г., Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К.. - М.: Машиностроение-1, 2001 - 944 с. 5 шт.

2. Косилова, А.Г. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т.1 / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1986. - 656 с.

3. Косиловой, А.Г. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т.2 / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1986. - 496 с.

4. Технология машиностроения : курсовое проектирование. Учебное пособие / М. М. Кане, А. И. Медведев, И. А. Каштальян [и др.] ; под редакцией М. М. Кане, В. К. Шелег. — Минск : Вышэйшая школа, 2013. — 312 с. — ISBN 978-985-06-2285-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/24083.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Практическая работа № 7. Расчет и назначение элементов режимов резания на операции зубообработки обработки.

Знать: ИПКС 2.3 Типовые технологические режимы технологических операций изготовления деталей машиностроения средней сложности. Методику расчета технологических режимов технологических операций изготовления деталей машиностроения средней сложности.

Уметь: Рассчитывать технологические режимы технологических операций изготовления деталей машиностроения средней сложности.

Цель: изучить методику расчета режима резания при зубонарезании по таблицам нормативов.

Задание.

1. По заданному чертежу детали подобрать наиболее эффективный метод изготовления зубчатого венца и составить маршрутно-операционную технологию.

2. Выбрать модель станка для реализации технологической операции.

3. Назначить параметры стандартного режущего инструмента.

4. Выполнить эскиз операции.

4. Назначить режимы обработки для получения заданного качества обработки.

5. Определить норму основного времени.

Алгоритм выполнения работы

1. Указать исходные данные, выполнить операционный эскиз.
2. Определить глубину резания t (мм), которая зависит от параметров зуба (высота) и вида нарезания (предварительно, окончательно, за несколько проходов).
3. Определить нормативную величину подачи.
4. Определить действительное значение подач.
5. Определить нормативную величину скорости резания U (м/мин).
6. Рассчитать число оборотов или число двойных ходов u (°/мин).
7. Принять действительное число оборотов или двойных ходов.
8. Рассчитать действительную скорость резания.
9. Определить нормативную мощность резания $N_{рез}$ (кВт).
10. Сделать вывод о возможности резания.
11. Рассчитать основное время (t_0).
12. Выбрать по нормативам вспомогательное время ($t_в$).
13. Рассчитать оперативное время ($t_о$),
14. Рассчитать время на обслуживание ($t_{обс}$).
15. Рассчитать время на отдых ($t_{отл}$).
16. Выбрать подготовительно-заключительное время ($t_{пз}$).
17. Рассчитать штучное время ($t_{шт}$).
18. Рассчитать штучно-калькуляционное время ($t_{штк}$).
19. Рассчитать сменную норму выработки ($N_{см}$).

Общие сведения

Профиль зубьев зубчатого колеса образуется путем удаления материала впадины следующими способами обработки: фрезерованием, строганием, долблением, протягиванием, шевингованием и шлифованием.

Различают два метода нарезания зубьев: копирования – когда форма режущей кромки инструмента соответствует форме впадины зубчатого колеса (дисковые, пальцевые модульные фрезы, зубодолбежные головки); обкатки – поверхность зуба получается в результате обработки инструментом, режущие кромки которого представляют собой профиль сопряженной рейки или профиль зуба сопряженного колеса и во время обработки инструмент с заготовкой образуют сопряженную зубчатую пару (червячные фрезы, долбяки, шеверы и др.).

Метод обкатки имеет следующие преимущества по сравнению с методом копирования: одним и тем же инструментом данного модуля можно нарезать зубчатые колеса с любым числом зубьев; обеспечивается более высокая точность и низкая шероховатость поверхности зубьев нарезаемого колеса; достигается более высокая производительность обработки благодаря непрерывности процесса и участию в работе одновременно большего количества лезвий.

Дисковая и пальцевая модульные фрезы представляют собой фасонные фрезы, профиль зуба которых повторяет профиль впадины нарезаемого колеса.

Обработка производится по методу копирования. Пальцевые модульные фрезы применяют для получения шевронных и зубчатых колес большего модуля. Главным движением (движением резания) является вращение фрезы вокруг своей оси. Движением подачи является движение фрезы вдоль оси заготовки.

При обработке червячной фрезой (метод обкатывания) движение резания – вращение фрезы, движение подачи – поступательное движение фрезы вдоль оси заготовки.

Зуборезный долбяк выполнен в виде зубчатого цилиндрического колеса и снабжен режущими кромками. Главное движение (движение резания) при зубодолблении – возвратно-поступательное движение долбяка, движений подачи два: движение обкатывания по делительным окружностям долбяка и нарезаемого колеса и радиальное перемещение. Зубодолбление применяют для нарезания наружных и внутренних зубьев прямых и косозубых колес.

Глубина резания при черновом нарезании зубьев ($Ra=12,5$ мкм), как правило, принимается равной глубине впадины $t=h=2,2 \times m$, где m – модуль нарезаемого колеса, мм.

Обычно черновые червячные фрезы профилируются такими, чтобы ими можно было нарезать зубья на полную глубину, но оставляя припуск на окончательную обработку лишь боковым сторонам зуба. Если мощности и жесткости станка недостаточно, припуск на черновую обработку срезают за два прохода: первый проход $h=1,4m$, второй проход, $h=0,7m$.

Чистовую обработку в два прохода применяют только при зубодолблении цилиндрических колес дисковыми долбяками с модулем 6 мм и выше при шероховатости выше $Ra=1,6$ мкм.

Поддачи выбирают с учетом качества и точности нарезаемого колеса, мощности станка, модуля и числа зубьев нарезаемого колеса.

Скорость резания устанавливают в зависимости от режущих свойств инструмента, размеров нарезаемого зуба. Глубины резания, подачи и других факторов по таблицам нормативов, или по эмпирической формуле.

Основное время при зубофрезеровании червячной фрезой

$$T_0 = \frac{Lz}{nS_0K}, \text{ мин}$$

где z - число зубьев нарезаемого колеса;

n - частота вращения фрезы, об/мин;

S_0 – подача фрезы за оборот заготовки, мм/об;

K - число заходов фрезы.

При чистовой обработке применяют однозаходную фрезу, при черновой – многозаходную.

L – величина хода фрезы

$$L=b+l_1,$$

где b – ширина венца нарезаемого колеса, мм;

l_1 – величина врезания и перебега, мм

Основное время при зубодолблении

$$T_0 = \frac{\pi m z}{K_o S} i + \frac{h}{K_o S_p}, \text{ мин,}$$

где m – модуль нарезаемого колеса, мм;
 z – число зубьев нарезаемого колеса;
 K_d – число двойных ходов в минуту долбяка, дв.ход/мин;
 S – круговая подача, мм/дв.ход;
 S_p – радиальная подача, мм/дв.ход;
 i – число проходов;
 h – припуск на обработку, мм.

Отчет должен содержать

1. Цель работы
2. Задание
3. Исходные данные, операционный эскиз
4. Порядок и определенные данные режимов резания, основное время резания.

Пример решения задачи

На зубодолбежном станке 5122 нарезают долбяком прямозубое зубчатое колесо модуля $m=3$ мм с числом зубьев $z=40$, шириной венца $b=40$ мм. Обработка чистовая ($Ra=1,6$ мкм) по сплошному металлу. Материал заготовки – сталь 40Х, твердость НВ190.

Необходимо: выбрать режущий инструмент, назначить режим резания (по таблицам нормативов), определить основное время.

Решение

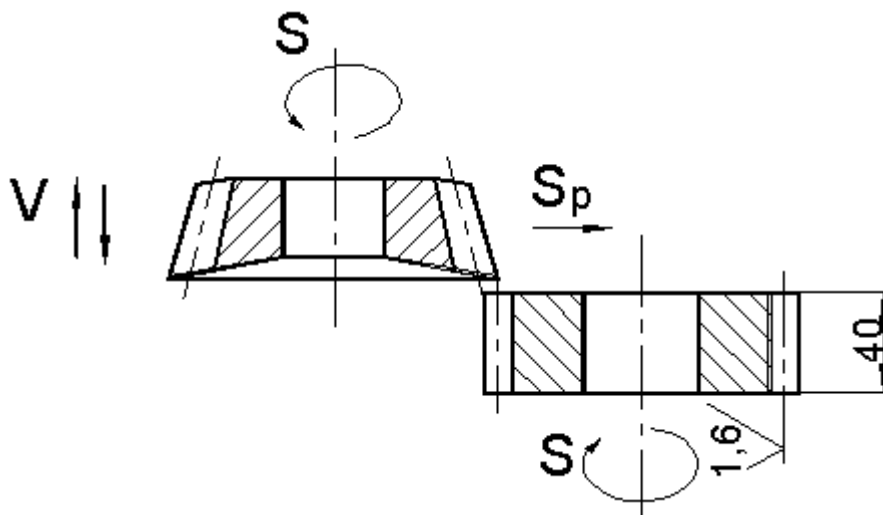


Рис. 1 Эскиз обработки

1. Выбор инструмента

Для зубодолбления цилиндрического колеса принимаем дисковый прямозубый долбяк модуля 3 тип 1 ГОСТ 9323-79 или из быстрорежущей стали Р6М5 или.

Угол заточки по передней поверхности зубьев $g_3=5^\circ$.

2. Режим резания.

2.1 Круговая подача для станка модели 5122 с мощностью двигателя 3 кВт, т.е. III классификационной группы, для чистовой обработки по сплошному

металлу, обработки стали с твердостью до НВ207, при модуле нарезаемого колеса до $m=3$ мм,

$$S=0,25,0,3 \text{ мм/дв.ход.}$$

С учетом поправочных коэффициентов $K_{ms}=1$ и паспортных данных станка принимаем $S=0,25$ мм/ дв.ход.

2.2 Радиальная подача.

$$S_p=(0,1,0,3) \times S,$$

$$S_p=(0,1,0,3) \times 0,25=0,025,0,075 \text{ мм/дв.ход.}$$

С учетом паспортных данных станка принимаем

$$S_p=0,036 \text{ мм/дв.ход.}$$

2.3 Период стойкости долбяка для чистовой обработки $T=240$ мин.

2.4 Скорость резания, допускаемая режущими свойствами инструмента.

Для чистовой обработки по сплошному металлу, круговой подаче $S=0,25$ мм/дв.ход и модуле до 4 мм

$$V=20,5 \text{ м/мин.}$$

с учетом поправочных коэффициентов $K_{mv}=1$; $K_{bv}=1$

$$V_p=V \times K_{mv} \times K_{bv}=20,5 \text{ м/мин.}$$

Число двойных ходов долбяка в минуту, соответствующее найденной скорости резания,

$$K = \frac{1000v_p}{2L}$$

где L – величина хода долбяка, мм

$$L=b+l_1=40+8=48 \text{ мм,}$$

Где l_1 – перебег долбяка на две стороны.

При ширине венца до 51 мм

$$l_1=8 \text{ мм,}$$

$$K = \frac{1000 \cdot 20,5}{2(40+8)} = 213,9 \text{ мм/дв.ход}$$

В соответствии с паспортными данными принимаем

$$K_\delta=200 \text{ мм/дв.ход.}$$

Действительная скорость резания

$$v_\delta = \frac{2LK_\delta}{1000} = \frac{2 \cdot 48 \cdot 200}{1000} = 19,2 \text{ м/мин.}$$

3. Проверка достаточности мощности станка

3.1 Мощность, затрачиваемая на резание

При чистовой обработке по сплошному металлу для данных условий обработки $N=1,1$ кВт, с учетом поправочных коэффициентов $K_{mN}=1$; $K_{bN}=1$; $K_{zN}=1,1$ $N_p=N \times K_{mN} \times K_{bN} \times K_{zN}=1,1 \times 1 \times 1 \times 1,1=1,21$ кВт.

3.2 Мощность на шпинделе станка

$$N_{ш}=N_\delta \times h \text{ кВт,}$$

где $N_\delta=3$ кВт; $h=0,65$ – паспортные данные станка

$$N_{ш}=3 \times 0,65=1,95 \text{ кВт.}$$

Так как $N_{ш}=1,95$ кВт $>$ $N_p=1,21$ кВт, то обработка возможна.

4. Основное время

$$T_0 = \frac{\pi m z}{K_o S} i + \frac{h}{K_o S_p}, \text{ мин}$$

где i – число проходов

$$T_0 = \frac{3,14 \cdot 3 \cdot 40}{200 \cdot 0,25} \cdot 1 + \frac{2,2 \cdot 3}{200 \cdot 0,036} = 8,46 \text{ мин}$$

Контрольные вопросы

- 1) Как влияет число заходов червячной фрезы на результаты нарезания зубьев?
- 2) В чем преимущества зубодолбления перед зубофрезерованием?
- 3) Как определяется длина рабочего хода при зубодолблении?
- 4) От чего зависит величина врезания и перебега при зубофрезеровании?
- 5) Основные элементы зубчатого колеса?
- 6) Методы изготовления зубчатых колес.
- 7) Какие движения участвуют в образовании зуба при нарезании?
- 8) Способы закрепления заготовок при различных способах изготовления зубчатых колес.
- 9) Методы нарезания конических колес с круговыми зубьями.
- 10) Методы отделки зубчатых колес.
- 11) Прогрессивные методы изготовления зубчатых колес.
- 12) Критерии выбора металлорежущего оборудования для обработки зубчатых колес.
- 13) Критерии выбора режущего инструмента для обработки зубчатых колес.
- 14) Критерии выбора контрольно-измерительных средств для обработки зубчатых колес.

Список рекомендованной литературы.

1. Схиртладзе, А.Г. Технологические процессы в машиностроении [Текст] : Учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. – Допущено Министерством образования РФ. - Старый Оскол : ТНТ, 2007. - 524 с. – ISBN 978-5-94178-122-5 : 385-00; 392-52.
2. Схиртладзе, А.Г. Проектирование технологических процессов в машиностроении [Текст] : Учебное пособие / А. Г. Схиртладзе, Пучков В.П., Прис Н.М. - Допущено УМО АМ. - Н.Новгород : НГТУ, 2009. - 342 с. – ISBN 978-5-93272-637-2.

Практическая работа № 8. Определение типа производства. Выбор формы организации технологического процесса

Цель работы. Определять тип производства на основе анализа программы выпуска деталей машиностроения средней сложности.

Освоить часть компетенции ПКС-2 (ИПКС-2.1. Устанавливает тип производства, в условиях которого планируется изготовление деталей машиностроения).

Задание.

1. Определить тип производства (по варианту заданий).
2. Путем расчета и сопоставления значений N_c и Q_c произвести выбор формы организации технологического процесса для заданного преподавателем варианта условий его выполнения.

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Исходные данные.
3. Расчетные формулы и результаты расчетов.

Контрольные вопросы

1. По каким коэффициентам определяется тип производства
2. От чего зависит выбор коэффициента
3. Какие типы производств Вы знаете
4. Дайте характеристику крупносерийному типу производства.
5. Какие существуют формы организации технологических процессов и каковы их основные признаки?
6. Что является основным критерием при выборе формы организации технологического процесса? Как производится расчет заданного суточного выпуска изделий и расчетной суточной производительности?
7. Что такое такт производства и как он рассчитывается?
8. Как определить коэффициент загрузки станка? Каковы его нормативные значения для разных типов производства?
9. Как определить цикл изготовления детали при групповой и поточной формах организации техпроцесса?

Рекомендуемая литература

1. Определение типа производства. Метод. указания к практ. работам по дисц.: "Технология конструкционных материалов", "Технология машиностроения" для студ. всех форм обучения спец. 120100. Сост.: О.Н. Старостина, Т.В. Рябикина. - Арзамас: Ассоциация ученых, 2005 - 15 с. 119 шт.
2. Выбор формы организации технологического процесса. Метод. указания к практич. работам по дисц.: "Технология машиностроения", "Проектирование машиностроительного производства" для студ. спец.

151001.65 (всех форм обучения). Сост.: Т.В.Рябикина, О.Н.Старостина. - Арзамас: Ассоциация ученых, 2006 - 15 с. 193 шт.

3.

Практическая работа № 9 Определение основных направлений повышения эффективности ТП в условиях крупносерийного производства

Цель: выполнить анализ технологического процесса разработанного для условий мелкосерийного производства, представить ряд мероприятий по повышению его эффективности при переводе на крупносерийное производство.

Работа направлена на освоение компетенции ПКС-3 Способен обеспечивать качество изготовления деталей машиностроения.

(ИПКС-3.1. Анализирует информацию по соблюдению технологической дисциплины при реализации технологических процессов изготовления деталей машиностроения, правильности эксплуатации технологического оборудования и оснащения.

ИПКС-3.3.Предлагает внесение изменений в технологические процессы изготовления деталей и технологическую документацию.)

Задание. По технологическому процессу изготовления и чертежу детали (выдается преподавателем), установить мероприятия позволяющие повысить эффективность рассматриваемого технологического процесса.

Рекомендации к выполнению работы.

При разработке мероприятий по повышению эффективности технологического процесса следует учитывать следующие рекомендации:

1. Рассматривается возможность замены оборудования.
2. Рассматривается возможность замены метода получения заготовки.
3. Рассматривается возможность концентрации операций.
4. Рассматривается возможность применения автоматизированного приспособления (ний).
5. Рассматривается возможность применения более производительных режущих инструментов.
6. Рассматривается возможность применения специальных контрольно измерительных приспособлений.
7. Рассматривается возможность применения средств автоматизации на операциях механической обработки.

По каждому мероприятию выполняется заключение и делается вывод в целом по технологии.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается принцип концентрации операций.
2. Что относится к средствам автоматизации технологического процесса.
3. Принципы выбора технологического оборудования;

4. Принципы выбора технологической оснастки;
5. Как выбираются схемы контроля технических требований, предъявляемых к деталям машиностроения средней сложности.
6. Какие технические характеристики станков следует учитывать при выборе.

Список литературы

1. Прис Н.М., Схиртладзе А.Г., Пучков В.П. Конструкторско-технологические методы обеспечения заданных параметров точности в машиностроении: учебное пособие / Н.М. Прис, А.Г. Схиртладзе, В.П. Пучков. – Старый Оскол: ТНТ, 2015 – 364 с.

2. Машиностроение. Энциклопедия. Т.3-7: Измерения, контроль, испытания и диагностика / Клюев В.В., Соснин Ф.Р., Филинов В.Н. и др.; Под общ. ред. В.В.Клюева - 2-е изд., перер. и доп. - М.:Машиностроение,2001, 3 экз.

3. Машиностроение. Энциклопедия. Т.4-7: Металлорежущие станки и деревообрабатывающее оборудование/ Черпаков Б.И., Аверьянов О.И., Адоян Г.А. и др.; Под ред. Б.И. Черпакова. - 2-е изд., испр. - М.: Машиностроение, 2002, 5 экз.

4. Суслов А.Г. Технология машиностроения: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. - М.:Машиностроение, 2004, 5 экз.

Практическая работа №10 Разработка маршрутно-операционного технологического процесса по чертежу детали.

Цель работы: овладеть навыками разработки технологических операций изготовления деталей машиностроения средней сложности; выбора технологического оборудования, необходимого для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения средней сложности; выбора стандартных инструментов, необходимых для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения средней сложности; выбор стандартных приспособлений, необходимых для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения средней сложности.

Выбор стандартной контрольно-измерительной оснастки, необходимой для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения средней сложности.

(ПКС -2 Способен разрабатывать технологические процессы и проекты участков и цехов изготовления деталей машиностроения)

1.Задание

1. Получить у преподавателя индивидуальное задание (чертеж детали). Разработать эскиз механической обработки с указанием обрабатываемых поверхностей, главного движения и движения подачи. Записать в соответствии с требованиями ЕСТД содержание переходов. Оформить отчет по работе.

2. Порядок выполнения работы

1. По заданному чертежу детали составить маршрутно-операционную технологию с применением многоцелевых станков и обрабатывающих центров.
2. Выбрать металлорежущие станки.
3. Назначить режущие инструменты
4. Назначить средства контроля
5. Разработать схему базирования и закрепления заготовки в процессе обработки.

Правила записи операций и переходов

Нумерацию операций следует выполнять числами ряда арифметической прогрессии (ГОСТ 3.1129-93), например 5; 10; 15; 20 и т. д. Допускается применять трехзначную нумерацию, например 005; 010; 015; 020 и т. д. или четырехзначную нумерацию, например 0005; 0010; 0015; 0020 и т. д.

Промежуточные цифры, при необходимости, используют для нумерации операций, разрабатываемых дополнительно или взамен аннулированных, ввиду изменения чертежа, уточнения технологического процесса и т. п. Нумерация аннулированной операции не применяется.

Например, в МК аннулирована операция 15 и вместо нее вводятся две другие операции: одной из них присваивается номер 16, другой 17, а номер 15 больше не применяется.

Наименование операций обработки резанием должно отражать применяемый вид оборудования и записываться именем прилагательным в именительном падеже (за исключением операции «Галтовка»).

Наименование операции следует записывать в соответствии с ГОСТ 3.1702–79 (Таблица 14), например, «Токарно-винторезная», «Ленточно-отрезная», «Доводочная» и т. д. Допускается использовать сокращенную форму записи, применяя только наименование группы операций, например, «Токарная», «Отрезная», «Отделочная» и т. д.

При разработке технологических процессов, которые включают помимо операций обработки резанием прочие операции (термические, обработки давлением и др.), при указании наименования операции необходимо руководствоваться соответствующими нормативно-техническими документами. Номер и наименование операции заносят в строку А маршрутной карты и карты технологического процесса.

Нумерацию установов следует выполнять русскими буквами в порядке возрастания, например А, Б, В и т. д.

Нумерацию переходов следует выполнять арабскими цифрами в порядке возрастания, например 1, 2, 3 и т. д.

Установы и переходы наименований не имеют. Указывают слово «Установ» («Переход») и его порядковый номер. После указания установка (перехода) следует ставить точку. Начало записи перехода следует начинать с прописной буквы.

Запись содержания операций следует выполнять в форме маршрутного или операционного описания.

В содержании операции должны быть отражены все необходимые действия, выполняемые в технологической последовательности исполнителем или исполнителями, по обработке изделия или его составных частей на одном рабочем месте. В случае выполнения на данном рабочем месте прочих видов работ, выполняемых другими исполнителями, их действия также следует отражать в содержании операции.

Например, при участии в выполнении операции исполнителей, осуществляющих технический контроль установки или измерение параметров обрабатываемого изделия, в тексте содержания операции следует указать:

«Контроль ОТК»

«Проверить выполнение пер. 1» и т. п. Запись о содержании операции (перехода) заносят в строку О соответствующих технологических документов (МК, ОК, КТП).

Запись о содержании операции (перехода) начинают с ключевого слова, характеризующего метод обработки. Ключевое слово представляет собой глагол в неопределенной форме (например, «точить», «сверлить», «фрезеровать» и т. п.). При маршрутном описании операции допускается указывать в одном предложении несколько ключевых слов, характеризующих последовательность обработки изделия в данной операции (например, «сверлить, зенкеровать, развернуть»). Списки рекомендуемых ключевых слов технологических и вспомогательных переходов приведены в Таблица 15 и Таблица 16, соответственно.

При записи содержания операции (перехода) допускается полная или сокращенная форма записи. Установление полной или сокращенной записи для каждого случая определяется разработчиком документов.

Полную запись содержания операции следует выполнять при отсутствии графических изображений и для комплексного отражения всех действий, выполняемых исполнителем или исполнителями. Сокращенную запись следует выполнять при наличии графических изображений (технологических эскизов), которые достаточно полно отражают всю необходимую информацию по обработке резанием. В этом случае в записи содержания операции дополнительную информацию не указывают.

Например.

Полная запись: «Сверлить 4 сквозных отверстия с последующим зенкованием фасок, выдерживая $d = 10 + 0,2$, $d = 40 \pm 0,05$, УГОЛ = $90^\circ \pm 30'$ и $1 \times 45^\circ$ согласно чертежу».

Сокращенная запись: «Сверлить 4 отв. $d = 10 + 0,2$, зенковать фаски $1 \times 45^\circ$ согласно чертежу».

Полную запись содержания перехода следует выполнять при необходимости перечисления всех выдерживаемых размеров. Данная запись характерна для промежуточных переходов, не имеющих графических иллюстраций. В этом случае записи содержания перехода следует указывать исполнительные размеры с их предельными отклонениями. Сокращенную запись следует выполнять при условии ссылки на условное обозначение

конструктивного элемента обрабатываемого изделия. Данную запись выполняют при достаточной графической информации.

Например.

Полная запись: «Точить поверхность, выдерживая $D = 40-0,34$ и $L = 100 \pm 0,6$ ».

Сокращенная запись: «Точить канавку 1».

Запись вспомогательных переходов следует выполнять так же, как и технологических переходов.

Запись вспомогательных переходов допускается не выполнять при маршрутном описании технологических операций и при операционном описании и применении карты эскизов (КЭ) или соответствующих операционных карт (ОК), имеющих место для графического изображения обрабатываемой заготовки с указанием условных обозначений применяемых баз и опор.

Варианты заданий:

8. Клеить по ОСТ 14.1026-83, размер клейма $\phi 12$ мм. Маркировать шрифтом ПО-5 ГОСТ 2930-62;

9. Несоосность поверхностей Б,В,Г не более 0,05 мм на длине 100 мм. Биение поверхностей Б и В относительно поверхности Г не более 0,05 мм;

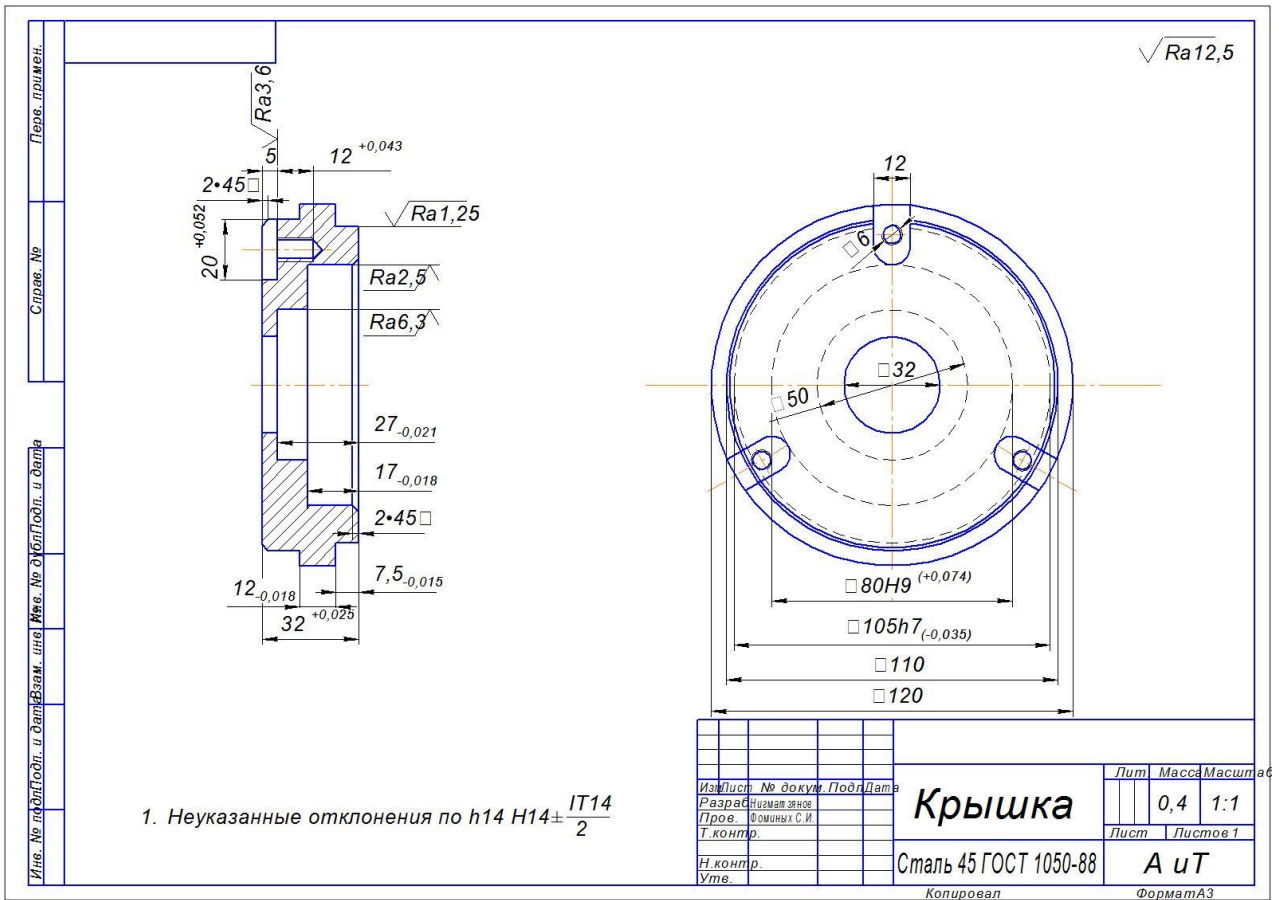
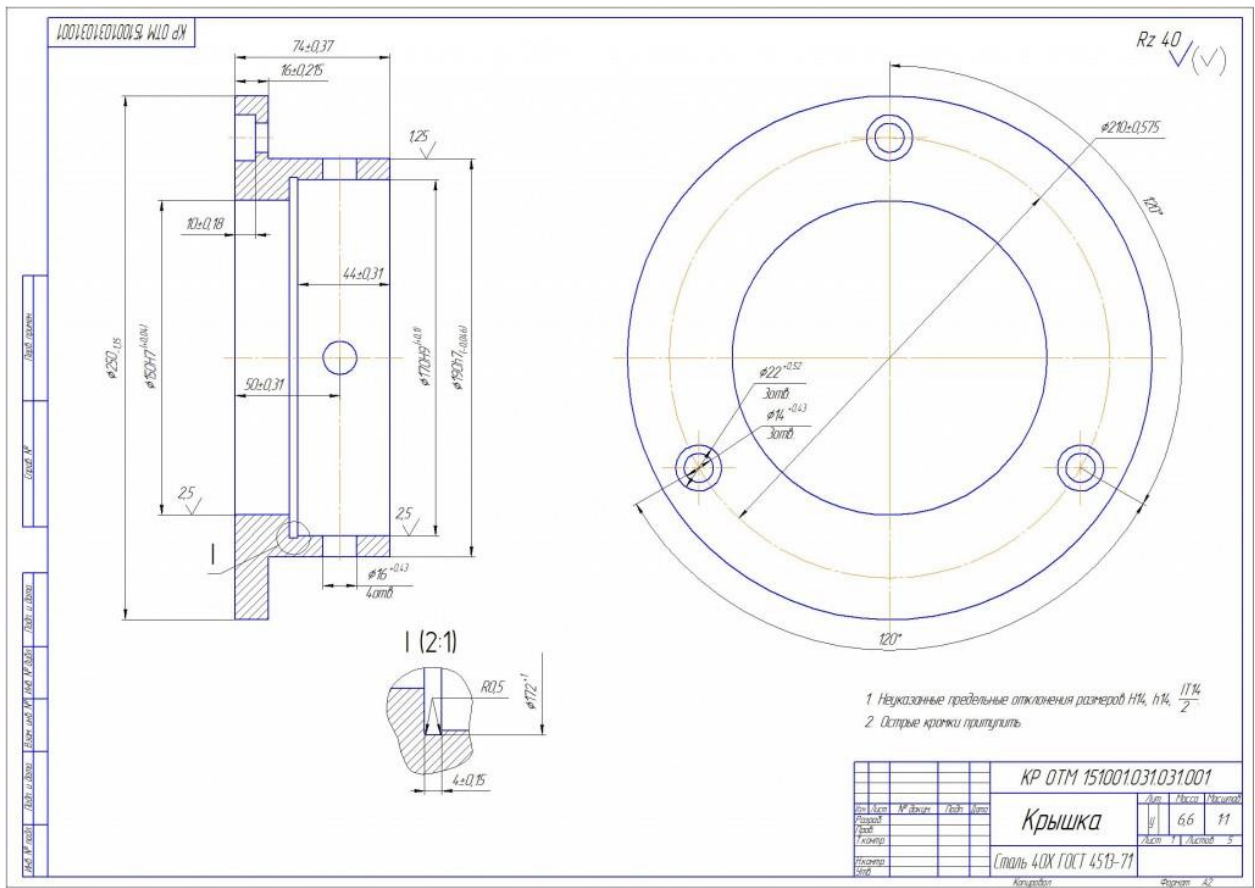
10. Неперпендикулярность поверхности Д относительно поверхностей Б и В не более 0,05 мм;

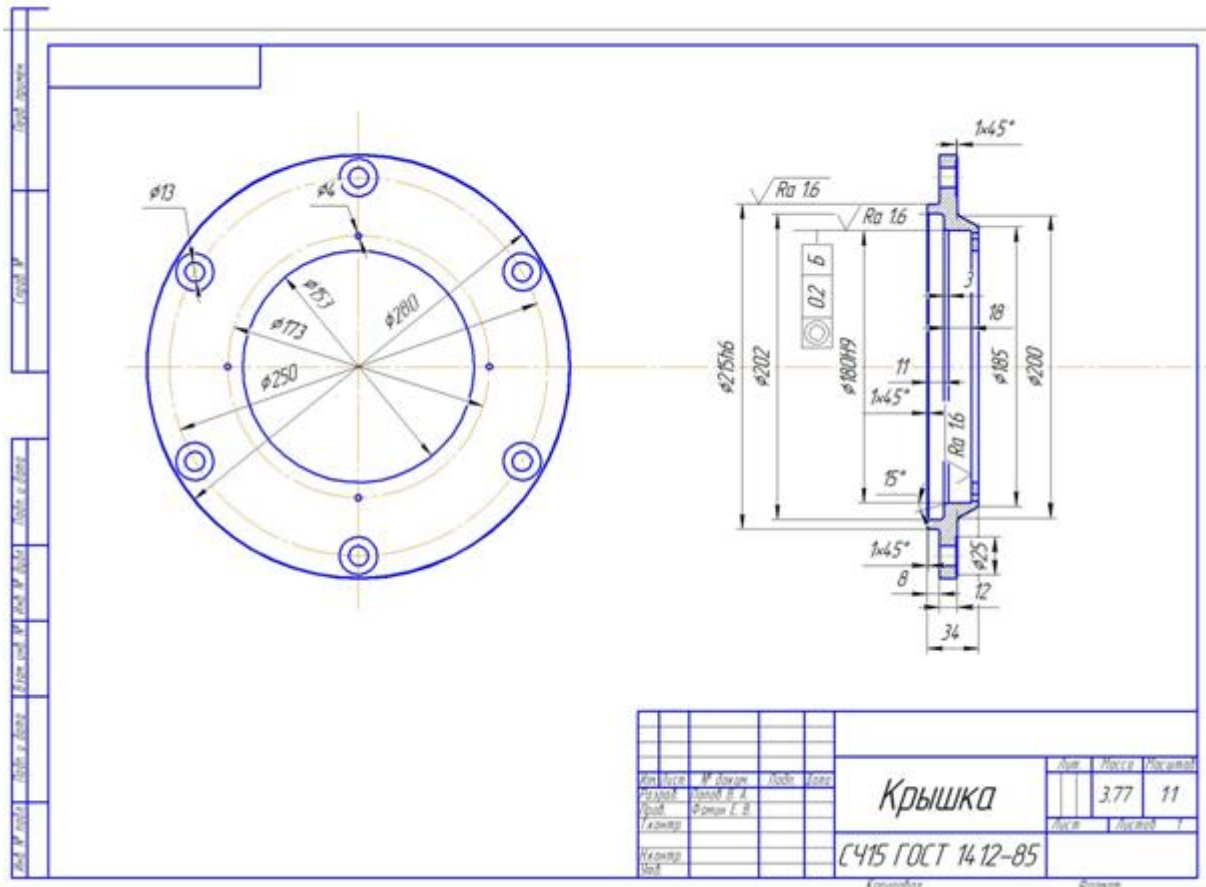
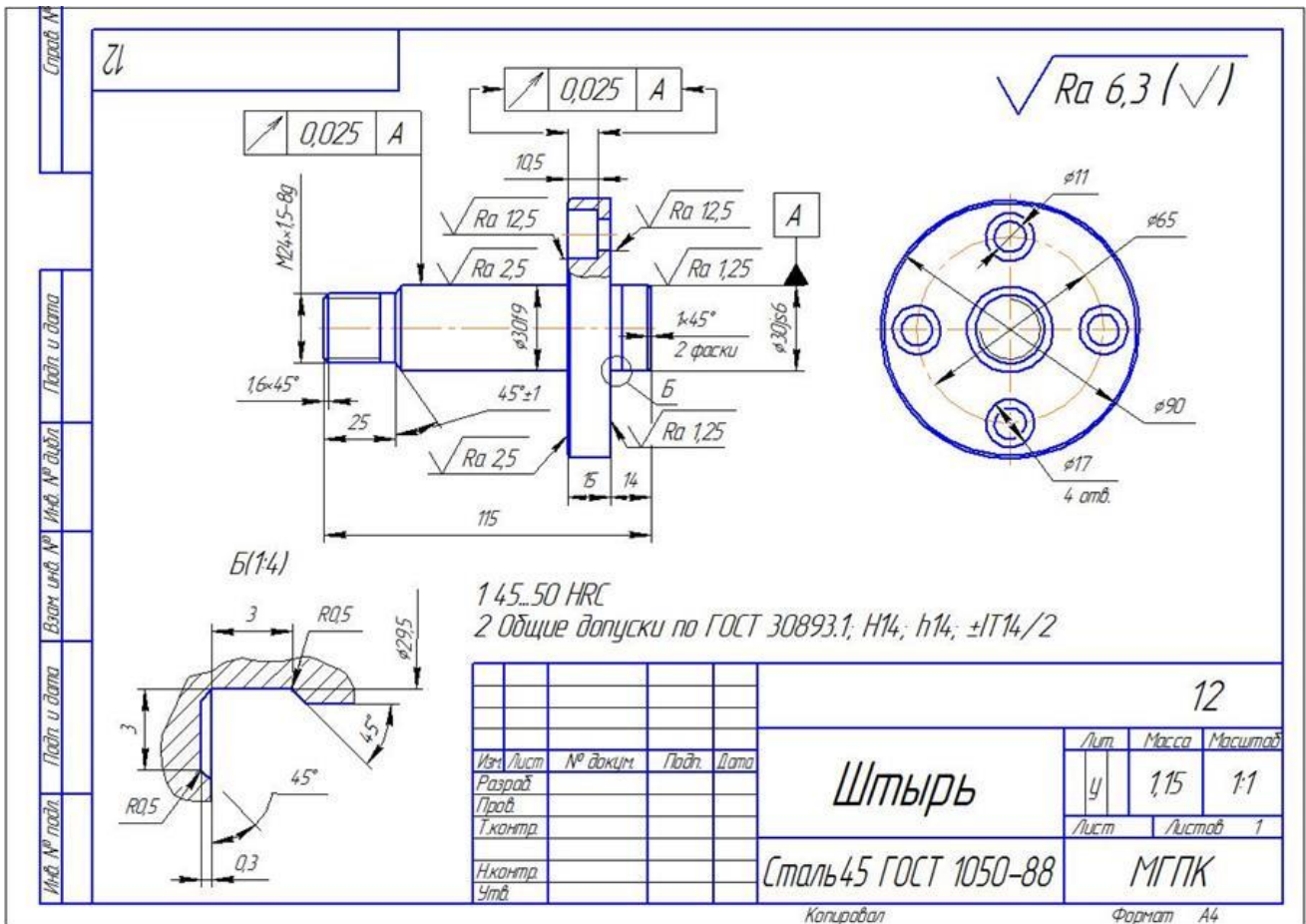
11. Биение поверхностей Б и В относительно поверхности Г не более 0,05 мм;

12. Отклонение посадочных поверхностей Б,В,Г под подшипники по ГОСТ 3325-55 для 6 кл. точности.

1. Литье в песчаные формы. Технические требования на отливку по ОСТ 190021-92. Группа контроля 3;
2. Точность отливки 3-0-0-7 ГОСТ 26645-85;
3. Неуказанные литейные радиусы не более 2 мм;
4. $H14, h14, \pm \frac{IT14}{2}$;
5. Термообработка;
6. Контроль люминесцентный;
7. Покрытие АН.ОКС. хром;

Изм.	Лист	№ докум.	Лист	Дата	Корпус	Лит	Масса	Масштаб
Разработ	Лист						0,535	
Провер	Лист				Отливка сталь 40Х	Лист	Листов	
Контр.	Лист				ОСТ 190073-85			
Испол.	Лист				Копирован			Формат А3





Контрольные вопросы

1. Технические требования, предъявляемые к деталям машиностроения средней сложности.
2. Типовые технологические процессы изготовления деталей машиностроения средней сложности.
3. Методика проектирования технологических процессов.
4. Принципы выбора технологического оборудования.
5. Принципы выбора технологической оснастки.

Список литературы

1. Прис Н.М., Схиртладзе А.Г., Пучков В.П. Конструкторско-технологические методы обеспечения заданных параметров точности в машиностроении: учебное пособие / Н.М. Прис, А.Г. Схиртладзе, В.П. Пучков. – Старый Оскол: ТНТ, 2015 – 364 с.

Практическая работа № 11 Внесение изменений в технологические процессы изготовления деталей машиностроения средней сложности.

Цель работы: получение навыков критического анализа технологии с точки зрения получения качественной детали. Нахождение ошибок допущенных рабочими более низкой квалификации. Освоение части компетенций ПКС -3 , 4. (Индикаторы достижения компетенции ИПКС-3.3.Предлагает внесение изменений в технологические процессы изготовления деталей и технологическую документацию. ИПКС-3.4.Оценивает результаты своей деятельности на основе анализа технологических операций при изготовлении деталей машиностроения; ИПКС-4.1. Анализирует технические требования, предъявляемые к деталям машиностроения)

Задание

1. Получить у преподавателя индивидуальное задание, комплект технологических документов(выдается преподавателем).
2. Провести анализ существующего технологического процесса изготовления детали с точки зрения правильности назначения последовательности операций.
- 3.Проверить правильность выбора металлорежущих станков, режущих и мерительных инструментов.
- 4.Расписать процедуру согласования предложений по изменению выданной технологической документации

Содержание отчета .

1. Анализ существующего технологического процесса.
2. Перечень мероприятий по его модернизации.
3. Процедура согласования.

Контрольные вопросы

1. Технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления деталей машиностроения средней сложности.
2. Методы уменьшения влияния технологических факторов, вызывающих погрешности изготовления деталей машиностроения средней сложности.
3. Процедура согласования предложений по изменению технологических процессов.
4. Процедура согласования предложений по изменению технологической документации

Практическая работа №12. Анализ технологичности конструкции детали. Определение показателей технологичности конструкции

Цель работы: приобрести практические навыки анализа рабочих чертежей деталей машин и разработки рекомендаций по их совершенствованию. Овладеть ИПКС-4.2.выполнять отработку на технологичность конструктивных элементов сложных деталей при обработке на станках с ЧПУ токарной и фрезерно-расточной групп. Уметь выполнять количественную оценку технологичности конструкции сложной детали типа тел вращения с учетом изготовления на токарных станках с ЧПУ.

Задание

1. По заданному чертежу детали (или сборочной единице) выполнить качественный анализ технологичности конструкции.
2. Выполнить расчет показателей технологичности.
3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Оформить отчет.

Алгоритм выполнения работы

1. Наименование детали согласно варианта.
2. Провести анализ конструкции детали по чертежу на технологичность.
3. Рассчитать коэффициенты технологичности.
4. Сравнить расчетные величины со средними нормативными значениями коэффициентов технологичности.
5. Сделать вывод по итогам сравнения.

Отчет должен содержать

1. Наименование детали согласно варианта.
2. Анализ конструкции детали. Оценка технологичности.

3. Расчет коэффициентов технологичности.
4. Сравнение коэффициентов с нормативными значениями.

Вывод

Теоретические сведения

Основной целью обеспечения технологичности является повышение производительности труда и качества изделий при максимальном снижении затрат времени, средств на разработку, технологическую подготовку производства, изготовление, эксплуатацию и ремонт изделия.

Конструкция детали должна состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов или быть стандартной в целом. Детали должны изготавливаться из стандартных заготовок. Размеры и поверхности детали должны иметь оптимальные параметры точности и шероховатости. Заготовки должны быть получены рациональным способом с учетом заданного объема выпуска и типа производства. Конструкция детали должна обеспечивать возможность применения типовых и стандартных технологических процессов ее изготовления.

Для обеспечения технологичности конструкции по форме поверхности деталь должна отвечать следующим требованиям:

- большая часть поверхности должна иметь форму тела вращения;
- деталь должна обладать необходимой жесткостью. Рекомендуемое отношение длины к диаметру $l \leq 10d$;
- должны быть предусмотрены удобные базирующие поверхности;
- конструкция должна обеспечивать по возможности совмещение конструкторских, технологических и измерительных баз;
- отверстия в деталях по возможности необходимо делать сквозными;
- на наружных поверхностях необходимо избегать выступов, не вписывающихся в контур тела вращения;
- ступенчатые цилиндрические поверхности следует располагать по убывающим ступеням от одного конца к другому или с середины к обоим концам;
- в глухих отверстиях необходимо предусматривать конус от сверла без указания размера конуса;
- конструкция детали должна обеспечивать свободный вход и выход инструмента;
- поверхности, обрабатываемые резанием, следует разделять канавками, пазами, уступами;
- при проектировании сферических поверхностей необходимо предусматривать канавку для выхода инструмента;
- участки поверхности, имеющие один и тот же номинальный размер, необходимо разделять канавками. Если по условию прочности канавки недопустимы, то на линейные размеры участков следует назначать предельные отклонения не менее 1,5 мм;
- конические поверхности должны иметь канавки для выхода инструмента;

- необходимо избегать применения округления острых кромок, требующих специальной заточки инструмента, их следует заменить фасками;
- оси отверстий должны быть перпендикулярны к поверхности детали;
- внутренние сопряжения должны иметь радиус, соответствующий радиусу обрабатывающего инструмента;
- в глухих отверстиях необходимо предусматривать канавку или недорез резьбы;
- закрытые пазы и прорези необходимо проектировать в соответствии с размером и конфигурацией режущего инструмента.

Зубчатые колеса признаются технологичными, если они имеют:

- центральное отверстие простой формы;
- простую конфигурацию наружного контура (наиболее технологичными являются зубчатые колеса простой формы без выступающих ступиц);
- ступицы с одной стороны, что позволяет обрабатывать на зубофрезерных станках по две детали;
- симметрично расположенную перемычку между венцом и ступицей, что уменьшает коробление детали при термообработке;
- возможность штамповки фигурной перемычки между венцом и ступицей;
- достаточное расстояние между венцами для обработки на зубофрезерных станках (для двухвенцовых зубчатых колес).

Отработка конструкции детали на технологичность не затрагивает ни свойств материала, ни требований к точности геометрических показателей качества. Суждение о технологичности конструкции детали теснейшим образом связано с объемом ее выпуска, видом и формой производственного процесса.

Отработку технологичности конструкции детали необходимо вести в комплексе с другими деталями, входящими в состав сборочной единицы. Недопустимо, чтобы конструктивные изменения одной детали, усложнили бы изготовление других деталей.

В соответствии с ГОСТ 14.201-83 оценка технологичности конструкции изделия (ТКИ) бывает двух видов: качественная ("хорошо-плохо", "допустимо-недопустимо") и количественная (по основным и дополнительным показателям технологичности). В таблице 1.1 приведены установленные ГОСТ 14.201-83 показатели технологичности.

Таблица 1.1 -Показатели технологичности

Классификация показателей	Наименование показателя	Обозначение
Основные	Трудоемкость изготовления изделия	T _и .
	Уровень технологичности конструкции по трудоемкости изготовления	K _{у.м.}
	Уровень технологичности конструкции по шероховатости	K _{у.ш.}
	Уровень технологичности по точности обработки	K _{у.тн.}
	Технологическая себестоимость изделия	C _т
	Уровень технологичности конструкции изделия по себестоимости (технологической)	K _{у.с.}

	Коэффициент использования материала	КИМ
Дополнительные технические показатели унификации конструкции	Коэффициент унификации изделия	K_y
	Коэффициент унификации сборочных единиц изделия	$K_{y.e.}$
	Коэффициент унификации деталей изделия	$K_{y.d.}$
	Коэффициент унификации конструктивных элементов	$K_{y.э.}$
	Коэффициент стандартизации конструктивных элементов	$K_{c.э.}$
	Коэффициент стандартизации сборочных единиц изделия	$K_{cт.е.}$
	Коэффициент стандартизации деталей изделия	$K_{cт.д.}$
	Коэффициент повторяемости	$K_{пов}$
Дополнительные технические показатели унификации применяемых процессов	Коэффициент применения типовых технологических процессов	$K_{т.п.}$

Все показатели ТКИ, указанные в таблице 1.1, являются обобщенными и относятся к любой машине. Для отдельной детали состав частных показателей представлен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Состав частных показателей технологичности для отдельной детали, и их балльная оценка

Показатели технологичности		Базовые значения показателей технологичности		
Наименование	Обозначение	Неуд.	Удовл.	Хорошо
Коэффициент унификации конструктивных элементов	$K_{y.э.}$	$< 0,1$	$0,1 \dots 0,2$	$> 0,2$
Коэффициент стандартизации конструктивных элементов	$K_{c.э.}$	$< 0,1$	$0,1 \dots 0,2$	$> 0,2$
Коэффициент применяемости стандартных обрабатываемых поверхностей	$K_{c.o.п.}$	$< 0,6$	$0,6 \dots 0,8$	$> 0,8$
Коэффициент обработки поверхностей	$K_{o.п.}$	$< 0,3$	$0,3 \dots 0,7$	$> 0,7$
Коэффициент повторяемости поверхности	$K_{пов.}$	$< 0,2$	$0,2 \dots 0,8$	$> 0,8$
Коэффициент использования материала	КИМ	$< 0,5$	$0,5 \dots 0,7$	$> 0,7$
Коэффициент обрабатываемости материала	$K_{o.m.}$	$< 0,7$	$0,7 \dots 1,0$	$> 1,0$
Коэффициент точности обработки	$K_{тн.}$	$< 0,85$	$0,85 \dots 0,92$	$> 0,92$
Коэффициент шероховатости	$K_{ш.}$	$< 0,6$	$0,6 \dots 0,95$	$> 0,95$
Коэффициент применяемости типовых ТП	$K_{т.п.}$	$< 0,2$	$0,2 \dots 0,5$	$> 0,5$
Баллы		2	3	4

2 Количественная оценка показателей технологичности деталей

2.1 Уровень технологичности по точности обработки

Уровень технологичности по точности обработки определяется по формуле:

$$K_{y.тн.} = \frac{K_{б.тн.}}{K_{тн.}}, \quad (1.2)$$

где $K_{б.тн.}$, $K_{тн.}$ – соответственно базовый и достигнутый коэффициенты.

$$K_{\text{тн.}} = 1 - \frac{1}{T_{\text{ср.}}} = 1 - \frac{\sum n_i}{\sum T_{n_i}}, \quad (1.3)$$

где $T_{\text{ср.}}$ - средний квалитет точности обработки изделия:

$$T_{\text{ср.}} = 1 - \frac{\sum T_{n_i}}{\sum n_i} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + Tn_i}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i}, \quad (1.4)$$

где n_i – число размеров соответствующего квалитета точности;
 T – квалитет точности.

2.2 Уровень технологичности конструкции по шероховатости поверхности

Уровень технологичности конструкции по шероховатости поверхности:

$$K_{\text{у.ш.}} = \frac{K_{\text{б.ш.}}}{K_{\text{ш.}}}, \quad (1.5)$$

где $K_{\text{б.ш.}}$, $K_{\text{ш.}}$ – соответственно базовый и достигнутый коэффициенты шероховатости поверхности.

$$K_{\text{ш.}} = 1 - \frac{1}{\text{Ш}_{\text{ср.}}} = 1 - \frac{\sum n_{\text{им}}}{\sum \text{Ш} n_{\text{им}}}, \quad (1.6)$$

где $\text{Ш}_{\text{ср.}}$ - средняя шероховатость:

$$\text{Ш}_{\text{ср.}} = \frac{\sum \text{Ш} n_{\text{им}}}{\sum n_{\text{им}}} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 14n_{14}}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_{14}}; \quad (1.7)$$

где Ш - шероховатость поверхности по одному из показателей, мкм;
 $n_{\text{им}}$ – число поверхностей соответствующей шероховатости.

По рассчитанным значениям коэффициентов оценить технологичность конструкции детали, таблица 1.2.

2.3 Коэффициент использования материала

Коэффициент использования материала - это отношение массы детали к массе заготовки:

$$\text{КИМ} = \frac{q}{Q}, \quad (1.8)$$

где q – масса детали, кг;
 Q – масса заготовки, кг.

Достигнутые нормативные значения обеспечиваются в производстве применением базовых технологий, снижающих трудоемкость нового изделия за счет увеличения возможностей прогрессивного заготовительного производства, таблица 2.1. Где $P_{тф}$ – повышение производительности изготовления деталей при применении прогрессивных базовых технологий по сравнению с изготовлением деталей механообработкой из проката (число раз);

$T_{пр.ф}$, $T_{а.ф}$. – трудоемкость формообразования заготовок в проектируемом и базовом технологическом процессе соответственно.

Таблица 2.1-Предпочтительные варианты показателя КИМ

Способ формообразования	Базовая технология	КИМ	$P_{тф}$	$\frac{T_{пр.ф}}{T_{а.ф}}$
Литье металлов	1. литье под давлением	0,3...0,65	6...7	0,17...0,14
	2. литье по выплавляемым моделям	0,5...0,9	4	0,25
	3. литье в кокиль	0,4...0,8	2...3	0,5...0,33
Листовая штамповка	1. вырубка и формообразование листовых деталей	0,35	12...15	0,08...0,07
	2. вырезка и обрезка плоских и пространственных деталей	0,38	3...5	0,33...0,2
Объемное деформирование	1. холодное выдавливание заготовок и деталей	0,6...0,75	1,5...2	0,67...0,5
	2. горячая штамповка	0,6...0,8	1,5...2	0,67...0,5
	3. штамповка изотермическая	0,6...0,8	1,5...2,5	0,67...0,4
	4. радиальное обжатие	0,6...0,8	1,5...2	0,67...0,5
Порошковая металлургия	Прессование, спекание	0,75...0,9	2,5...3	0,4...0,33

2.4 Уровень технологичности конструкции по трудоемкости изготовления:

Уровень технологичности конструкции по трудоемкости изготовления:

$$K_{у.м.} = \frac{T_{и.}}{T_{б.и.}}, \quad (1.9)$$

где $T_{и.}$, $T_{б.и.}$ – соответственно достигнутая и базовая трудоемкость изготовления, час.

Сделать вывод, на сколько процентов снижается трудоемкость изготовления детали, в результате внедрения вновь разрабатываемого технологического процесса.

2.4 Уровень технологичности конструкции по себестоимости изготовления:

Уровень технологичности конструкции по себестоимости изготовления:

$$K_{y.c.} = \frac{C_{т.}}{C_{б.т.}}, \quad (1.9)$$

где $C_{т.}$, $C_{б.т.}$ – соответственно достигнутая и базовая себестоимость изготовления, руб.

Сделать вывод о снижении себестоимости изготовления детали, по сравнению с базовым технологическим процессом.

2.5 Коэффициент обрабатываемости материала

Технологичность конструкции деталей, подвергаемых резанием, определяется технологическими свойствами детали:

а) коэффициент обрабатываемости определяется по формуле:

$$K_{o.m.} = \frac{V_{60}}{V_{э60}}, \quad (1.10)$$

где V_{60} – скорость резания при стойкости инструмента $T=60$ мин и определенных условиях резания м/мин;

$V_{э60}$ – то же для эталонного материала.

В качестве эталонного материала выбрана сталь 45 ($\sigma_B=650$ МПа, $HВ \leq 179$).

Качественные характеристики обрабатываемости приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Возможность получения шероховатости в зависимости от обрабатываемости материала

Обрабатываемость материала	$K_{o.m.}$	Возможность получения требуемой шероховатости
Высокая	2,1-1,5	очень трудно
Хорошая	1,4-1,0	без особых затруднений
Удовлетворительная	1,0 – 0,8	легко или без особых затруднений
Пониженная	0,8-0,5	легко
Низкая	менее 0,5	легко

б) обеспечением шероховатости обработанных поверхностей. В большинстве случаев вязкие, пластичные материалы дают после обработки резанием повышенную шероховатость и наоборот. В связи с этим необходимо учитывать следующее:

- в деталях из углеродистых сталей с содержанием углерода до 0,3% не рекомендуется назначать шероховатость меньше $R_a = 6,3$ мкм;
- среднеуглеродистые стали ($C=(0,35...0,50)\%$) лучше обрабатывать после улучшения до 25...30 HRC;

- высокоуглеродистые стали (У10, У12) лучше обрабатывать в отожженном состоянии;
- алюминиевые сплавы дают высокое качество поверхности после закалки и старения;

в) способность подвергаться упрочняющей термообработке: прокаливаемостью; склонностью к трещинообразованию; склонностью к возникновению внутренних напряжений, ведущих к потере формы детали.

Контрольные вопросы

1. Основная цель обеспечения технологичности ?
2. Какие требования предъявляются к технологичности конструкции детали по форме поверхностей ?
3. Конструкции каких зубчатых колес признаются технологичными ?
4. Какие существуют виды оценки технологичности ?
5. Перечислите основные показатели технологичности, установленные ГОСТ 14.201 - 83.
6. Перечислите наименования дополнительных технических показателей унификации конструкции.
7. По каким количественным показателям можно дать оценку технологичности детали?
8. Что понимается под технологичностью конструкции изделия?
9. Правила обеспечения технологичности конструкции сборочных единиц?
10. Каким требованиям должна соответствовать сборочная единица при разработке технологического процесса сборки?
11. Что такое сборочная единица?
12. Какие показатели технологичности рассчитываются для сборочных единиц?
13. Какие существуют способы совершенствования исходной конструкции изделия, если она недостаточно технологична?

Список литературы

1. Рябикина Т.В. Определение показателей технологичности конструкций. Методические указания к практическим работам по дисц. "Технология машиностроения" для студ. спец. 151001.65 всех форм обучения. . - Арзамас: Ассоциация ученых, 2006 - 15 с. 194 шт.

Практическая работа №13. Выбор метода получения заготовки

Цель работы: - Выявлять основные технологические задачи, решаемые при разработке технологических процессов изготовления деталей машиностроения средней сложности.

(ИПКС-2.3. Выполняет решение технологические и конструкторских задач на всех этапах разработки технологического процесса изготовления деталей машиностроения, оценивая возможные варианты, их достоинства и недостатки с точки зрения соответствия условиям проектирования и экономической эффективности.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Выбор заготовок. Методы выполнения заготовок для деталей машин определяются назначением и конструкцией детали, материала, техническими требованиями, серийностью выпуска и экономичностью изготовления. Выбрать заготовку значит установить способ ее получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, указать основные технические требования к заготовке. Для рационального выбора заготовки необходимо одновременно учитывать все перечисленные исходные данные. Чем больше объем выпуска деталей, тем важнее выбрать заготовку прогрессивного вида, у которой форма и размеры приближаются к форме и размерам готовой детали. Такая тенденция современной технологии позволяет исключать обдирку и черновую обработку, добиваться высокой производительности и экономного расхода металла. Правильный выбор исходной заготовки существенно влияет на технико-экономические показатели технологического процесса изготовления детали. Заготовками для деталей машин являются: 1. Отливки (чугунные, стальные, цветных металлов) 2. Поковки. 3. Штамповки. 4. Прессованные изделия и профили 5. Прокатный материал 6. Трубы

Отливки в зависимости от способа их изготовления могут быть получены в песчаных формах, в металлических формах, в оболочковых формах, центробежной отливкой, отливкой под давлением, отливкой по выплавляемым моделям. Способ получения отливки зависит от типа производства, материала детали, конструктивных особенностей детали. Поковки получают ковкой, используются как заготовки в условиях единичного производства для крупных деталей. Поковки с применением подкладных штампов позволяют получать отдельные фасонные поверхности. Этот вид заготовок используется в мелкосерийном производстве. Штамповки получают ковкой нагретых заготовок в штампах. Штамповки из жидкого металла получают путем заливки металла в полость формы прессового инструмента. Используют такие заготовки в серийном производстве для мелких фасонных деталей из цветных сплавов. Прессованные заготовки из металлокерамических (порошковых) материалов получают путем формования под прессом с последующим спеканием металлических порошков. Прессованные профили получают на гидравлических прессах. Таким путем получают сложные профили из цветных металлов. Стали и тугоплавких сплавов, форма которых трудновыполнима прокаткой. Этот метод ректален при производстве изделий малыми партиями. Прокатный материал. Прутковый прокат (круглого, квадратного, шестигранного, прямоугольного или специального сечения) применяется для деталей соответствующего сечения и конфигурации. Прутковый прокат бывает: 1. Горячекатаный 2. Калиброванный холоднотянутый различных степеней

точности Профили периодического проката получают на металлургических заводах как заготовки для штамповок или для соответствующих деталей.

Оценить экономическую целесообразность применения заготовки можно, сравнив стоимость получения заготовки различными методами.

Стоимость заготовок из прутка определяется по формуле:

$$S_{\text{заг}} = M + C_{\text{оз}}, \quad (1)$$

где M – затраты на материал заготовки, руб;

$C_{\text{оз}}$ – технологическая себестоимость резки на штучные заготовки, руб.

$$C_{\text{оз}} = C_{\text{п.з.}} T_{\text{шт}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{п.з.}}$ – приведенные затраты на рабочем месте, руб/час;

$T_{\text{шт}}$ – штучное или штучно-калькуляционное время выполнения заготовительной операции (правки, калибрования, резки), час.

Затраты на материал определяются по массе проката, требующегося на изготовление детали, и массе сдаваемой стружки:

$$M = QS - (Q - q)S_{\text{отх}}, \quad (3)$$

где Q – масса заготовки, кг;

S – цена 1 кг материала заготовки, руб;

q – масса готовой детали, кг;

$S_{\text{отх}}$ – цена 1 кг отходов, руб.

Стоимость поковки определяется по формуле:

$$S_{\text{заг.ш.}} = \left(\frac{C_3}{1000} Q K_T K_c K_B K_M K_{\Pi} \right) - (Q - q) \frac{S_{\text{отх}}}{1000}, \quad (4)$$

где C_3 – базовая стоимость 1 т материала, согласно прейскуранта, руб;

$K_T, K_c, K_B, K_M, K_{\Pi}$ – коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства заготовок [1].

Экономический эффект для сопоставления способов получения заготовок определяется по формуле:

$$\Delta_{\text{заг}} = (S_{\text{заг1}} - S_{\text{заг2}})N, \quad (5)$$

где $S_{\text{заг1}}, S_{\text{заг2}}$ – стоимости заготовок по первому и второму варианту, соответственно, руб;

N – годовая программа выпуска деталей, шт.

Задание. По чертежу детали выполнить анализ выбора исходной заготовки и методов ее изготовления при различной серийности производства и в зависимости от служебного назначения деталей.

Выполнить технико-экономическое обоснование выбора заготовки.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Указать тип производства, марку материала детали, наименование детали, (вариант в приложении к рабочей тетради);
2. Провести анализ конструкции детали (форма, сложность для изготовления, предполагаемая трудоемкость обработки поверхностей детали, металлоемкость конструкции детали). Вывод по направлению заготовки;
3. Провести анализ марки материала (справочник металлиста Т.1 Шахтгарт);
 - 3.1. Химический состав;
 - 3.2. Физико-механические свойства;
 - 3.3. Область применения;
 - 3.4. Обрабатываемость резанием;
 - 3.5. Особенности свойств для получения заготовок определенными способами; Вывод по направлению предполагаемой заготовки.
4. Окончательное решение по установлению способа получения заготовки;
5. Установить величину общего припуска обрабатываемых поверхностей (СТМТ.1.);
6. Указать технические требования к выбранной заготовке;
7. Выполнить эскиз заготовки.

Пример обоснования выбора заготовки [2].

Заготовка корпуса - чугунная отливка 7-6-7-5Т - степени точности по ГОСТ 26645-85. Способ получения отливки - литье в металлические формы. Этот способ получения отливок является одним из прогрессивных способов получения литья. В отличие от песчаных (земляных) разовых форм, с помощью которых отливки получают в заводских условиях и которые разрушаются после каждой отливки, одни и те же металлические формы заливают много раз, от нескольких сотен до нескольких десятков тысяч раз. Полость металлической формы выполняется с большой точностью и повышенным классом шероховатости поверхности, поэтому отливки, изготовленные в ней, имеют более точные размеры и более чистую поверхность. Высокая теплопроводность материала формы значительно ускоряют затвердевание и охлаждение отливки. По сравнению с литьем в песчаные формы увеличивается выпуск в 2...5 раз, выход годного литья, за счет уменьшения припусков на механическую обработку снижается трудоемкость изготовления, повышается

производительность труда. Этот способ легко подвергается механизации и автоматизации.

Вес чистой детали - 4,9 кг; Вес отливки - 6,5 кг

Коэффициент использования материала: $k = \frac{4,9}{6,5} = 0,75$

Стоимость заготовки

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_{\sigma} \cdot k_M \cdot k_n \right) - (Q - q) \frac{S_{омх}}{1000},$$

где C_i - стоимость 1 т заготовки, руб.;

$k_m, k_c, k_{\sigma}, k_M, k_n$ - коэффициенты, зависящие от класса точности,

группы сложности, массы марки материала, объема производства,

$k_m = 1; k_c = 1; k_{\sigma} = 0,8; k_M = 0,4; k_n = 1.$

Стоимость заготовки, полученной литьем в песчаные формы в базовом технологическом процессе:

$$S_{заг1} = \left(\frac{4570}{1000} \cdot 8,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,4 \cdot 1 \right) - (8,6 - 4,9) \frac{1500}{1000} = 27,149 \text{ руб.}$$

Стоимость заготовки, полученной литьем в металлические формы в проектируемом технологическом процессе:

$$S_{заг2} = \left(\frac{4570}{1000} \cdot 6,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,4 \cdot 1 \right) - (6,5 - 4,9) \frac{1500}{1000} = 22,3 \text{ руб.}$$

Экономический эффект:

$$\mathcal{E}_3 = (S_{заг1} - S_{заг2}) \cdot N;$$

$$\mathcal{E}_3 = (27,149 - 22,3) \cdot 35700 = 174109 \text{ руб.}$$

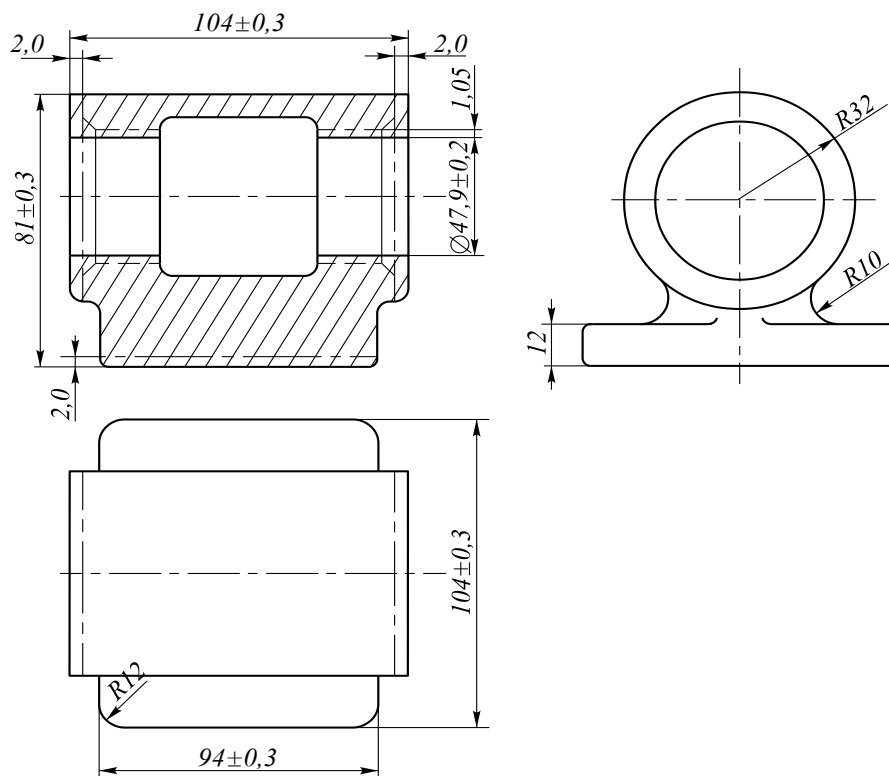


Рисунок 1- Эскиз заготовки корпуса с начисленными припусками и допусками

Контрольные вопросы

1. От чего зависит выбор метода получения заготовки
2. Какие методы получения заготовки рекомендованы для чугуна
3. Какие методы получения заготовки рекомендованы для алюминия
4. Какие методы получения заготовки рекомендованы для стали
5. В чем заключается метод литья в песчано-глинистые формы
6. В чем заключается экономическая целесообразность изменения метода получения заготовки
7. Из чего складывается себестоимость получения заготовки
8. На основании, каких критериев определяется метод получения заготовки.
9. Как на способ получения заготовки влияет тип производства.
10. Для каких материалов применим метод литья в песчанно-глинистые формы.
11. В каких случаях экономически не целесообразны прогрессивные методы получения заготовки.
12. Для каких материалов регламентирован метод литья под давлением.
13. Какие существуют ограничения при выборе метода получения заготовки ковкой.
14. Какие механические свойства необходимо учитывать, назначая метод получения заготовки.

Список рекомендованной литературы

1. Проектирование технологических процессов машиностроительных производств [Текст] : Учебное пособие / А. Г. Схиртладзе, В. П. Пучков, Н. М. Прис. - Рекомендовано УМО АМ. - Н.Новгород : НГТУ, 2010. - 524 с. - ISBN 978-5-93272-775-1. -80 шт.
2. .Справочник технолога-машиностроителя. Т.2 . под ред. Дальского А.М., Сулова А.Г., Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К.. - М.: Машиностроение-1, 2001 - 944 с. 5 шт.
3. Косилова, А.Г. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т.1 / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1986. - 656 с.

Практическая работа № 14. Расчет технологических размерных цепей

Цель работы: Рассчитывать промежуточные размеры, обеспечиваемые при обработке поверхностей деталей машиностроения средней сложности.

ПКС-3 Способен обеспечивать качество изготовления деталей машиностроения.

ИПКС-3.1. Анализирует информацию по соблюдению технологической дисциплины при реализации технологических процессов изготовления деталей машиностроения, правильности эксплуатации технологического оборудования и оснащения

Задачи, решаемые с помощью размерных цепей

С помощью теории размерных цепей могут быть решены следующие конструкторские, технологические и метрологические задачи:

1) Установление геометрических и кинематических связей между размерами деталей, расчет номинальных значений, отклонений и допусков размеров звеньев;

2) Расчет норм точности и разработка технических условий на машины и их составные части;

3) Анализ правильности простановки размеров и отклонений на рабочих чертежах деталей;

4) Расчет межоперационных размеров, припусков и допусков, пересчет конструкторских на технологические (при несовпадении конструкторских и технологических баз);

5) Обоснование последовательности технологических операций при изготовлении и сборке изделий;

6) Обоснование и расчет необходимой точности приспособлений;

7) Выбор средств и методов измерений, расчет достижимой точности измерений. [4]

Расчет размерных цепей сводится к решению одной из двух следующих задач, которые отличаются последовательностью расчетов.

Прямая задача. По заданному номинальному размеру и допуску исходного звена определить номинальные размеры, допуски и предельные отклонения всех составляющих звеньев размерной цепи. Такая задача относится к проектному расчету размерной цепи.

Обратная задача. По установленным номинальным размерам, допускам и предельным отклонениям составляющих звеньев определить номинальный размер, допуск и предельные отклонения замыкающего звена. Такая задача относится к проверочному расчету размерной цепи. Решением обратной задачи проверяется правильность решения прямой задачи. [4]

Последовательность расчетов прямой и обратной задач размерных цепей приведена в РД 50-635-87.

2.1 Порядок расчета размерных цепей

Размерные цепи решаются методом, обеспечивающими полную и неполную взаимозаменяемость.

Расчет размерных цепей методом max-min, обеспечивающим полную взаимозаменяемость.

В дальнейшем используемые обозначения:

A_j ($j = 1, 2, \dots, m-1$) – номинальный размер произвольного звена размерной цепи.

A_0 – номинальный размер замыкающего звена размерной цепи.

TA_j, TA_0 – допуски описанных выше размеров.

$A_j^{max}, A_j^{min}, A_{jc}$ – предельные и средние размеры звеньев цепи.

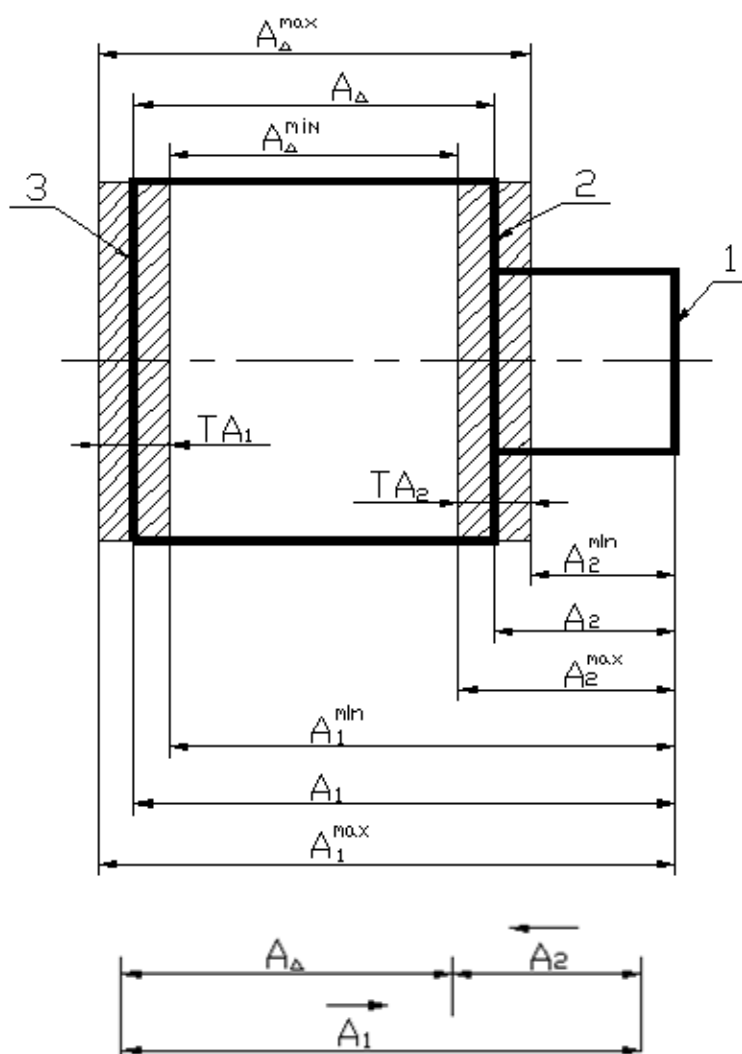
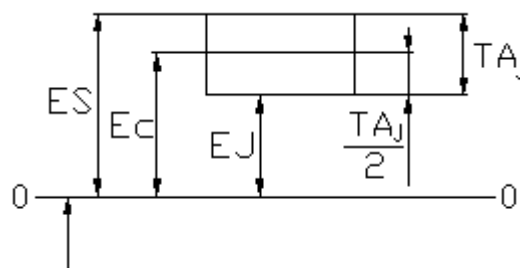
$ES(A_j), EJ(A_j), Es(A_j)$ – предельные и среднее отклонение размеров размерной цепи.

m – полное число звеньев размерной цепи.

n – число увеличивающих звеньев.

p – число уменьшающих звеньев.

$n + p = m - 1$ – замыкающее звено.



Сначала обрабатывают базовую плоскость 1, затем по настройке от этой базы – плоскость 2 по размеру A_2 и плоскость 3 по размеру A_1 .

Проверочный расчет

Решение задач производится по формулам:

$$A_0 = \sum_{j=1}^n \vec{A}_j - \sum_{n+1}^p \overleftarrow{A}_j$$

$$\left\{ \begin{array}{l} ESA_0 = \sum_{j=1}^n ES \vec{A}_j - \sum_{n+1}^p EJ \overleftarrow{A}_j \\ EJA_0 = \sum_{j=1}^n EJ \vec{A}_j - \sum_{n+1}^p ES \overleftarrow{A}_j \end{array} \right.$$

$$TA_0 = \sum_{j=1}^{m-1} TA_j; \quad TA_j = TA_0 - \sum_{j=1}^{m-2} TA_j$$

$$EcA_0 = \sum_{j=1}^n Ec \vec{A}_j - \sum_{n+1}^p Ec \overleftarrow{A}_j$$

$$ESA_0 = EcA_0 + \frac{TA_0}{2}$$

$$EJA_0 = EcA_0 - \frac{TA_0}{2}$$

1. Самым грубым размером в размерной цепи является замыкающий размер (т.к. его допуск равен сумме допусков составляющих звеньев). Поэтому, если к какому-либо размеру предъявляются высокие требования по точности, то нужно составить такую последовательность обработки, чтобы этот размер не был замыкающим, а был составляющим.
2. При конструировании необходимо соблюдать правило наикратчайшей размерной цепи, т.е. число звеньев в размерной цепи должно быть минимальным.

Проектный расчет

Заключается в распределении допуска замыкающего размера между составляющими.

В рамках метода max-min этот расчет осуществляется двумя способами.

I. Способ равных допусков.

Применяется, когда составляющие размеры близки по величине или принадлежат одному интервалу диаметров в таблице допусков.

$$TA_1 = TA_2 = \dots = TA_{m-1} = T_{cp} A_j$$

$$TA_0 = (m-1) * T_{cp} A_j$$

$$T_{cp} A_j = \frac{TA_0}{m-1}$$

II. Способ допусков одного качества (равноточных допусков).

Все составляющие звенья изготавливают по одному качеству точности. Требуемый качество определяется следующим образом.

Допуск составляющего размера

$$TA_j = a_j i$$

$$i = 0,45 \times \sqrt[3]{D} + 0,001 \times D$$

D – среднегеометрический размер для интервала

$$TA_0 = a_1 i_1 + a_2 i_2 + \dots + a_{m-1} i_{m-1}$$

по условию

$$a_1 = a_2 = \dots = a_{m-1} = a_{cp}$$

$$TA_0 = a_{cp} \sum_{j=1}^{m-1} (0,45 \times \sqrt[3]{D} + 0,001 \times D)$$

$$a_{cp} = \frac{TA_0}{\sum_{j=1}^{m-1} (0,45 \times \sqrt[3]{D} + 0,001 \times D)}$$

T – в мкм. D – в мм.

1. По $a_{расч}$ определяем квалитет ($a_{расч} \sim a_{табл}$).

2. По этому квалитету назначаем допуски на составляющие размеры

$$TA_1 = \dots, \quad TA_2 = \dots, \quad TA_3 = \dots$$

3. Необходимо скорректировать допуски на составляющие размеры так, чтобы сумма TA_j была равна TA_0 (т.к. $a_{расч} \neq a_{табл}$, то $\sum TA_j \neq TA_0$). Скорректировать это значит уменьшить или увеличить допуск одного или двух составляющих размеров чтобы $\sum TA_j = TA_0$.

4. Назначаем предельные отклонения на составляющие размеры. Предельные отклонения на все составляющие размеры, кроме одного, назначаем как на основную деталь в системе образования посадок, т.е. на охватываемые размеры по «Н» (+), на охватывающие размеры по «h» (-), в трудно определяемых случаях допуск назначается симметрично (\pm).

Предельное отклонение одного размера определяется по формулам:

$$ESA_0 = \sum ES \vec{A}_j - \sum EJ \overset{\leftarrow}{A}_j$$

$$EJA_0 = \sum EJ \vec{A}_j - \sum ES \overset{\leftarrow}{A}_j$$

При этом следует соблюдать условие: $TA_0 \geq \sum_{j=1}^{m-1} TA_j$

Метод неполной взаимозаменяемости.

1. Метод регулирования (компенсаторов)
2. Теоретико-вероятностный метод
3. Метод групповой взаимозаменяемости (селективная сборка)
4. Метод пригонки

Метод регулирования (компенсаторов)

По причинам технологическим или экономическим соотношение $TA_0 = \sum TA_j$ может не выполняться. Для этого при решении сборочных размерных цепей применяется метод регулирования, который заключается в том, что в узле предусматривается компенсатор. В качестве компенсатора используется простейшая деталь (кольцо, прокладка). На все составляющие размеры (кроме компенсатора) конструктор назначает расширенные,

экономически целесообразные допуски. Для того, чтобы замыкающий размер находился в заданных пределах изменяют (подбирают) размер компенсатора.

$$TA_0 = \sum TA_j - V_k, \text{ где } V_k - \text{диапазон компенсации.}$$

В единичном производстве – метод пригонки

В серийном производстве – метод сменных компенсаторов. В этом случае компенсатор нужного размера выбирают из числа заранее изготовленных компенсаторов.

Компенсатор в размерной цепи является составляющим размеров. Он может быть увеличивающим или уменьшающим.

$$A_0 = \sum \vec{A} - \sum \overset{\leftarrow}{A}_j \pm A_k \Rightarrow A_k \text{ (+ увелич/- уменьш)}$$

Компенсатор увеличивающий

$$EsA_0 = \sum \overset{\rightarrow}{ES A}_j - \sum \overset{\leftarrow}{EJ A}_j + EJA_k \Rightarrow EJA_k$$

$$EJA_0 = \sum \overset{\rightarrow}{EJ A}_j - \sum \overset{\leftarrow}{ES A}_j + ESA_k \Rightarrow ESA_k$$

Компенсатор уменьшающий

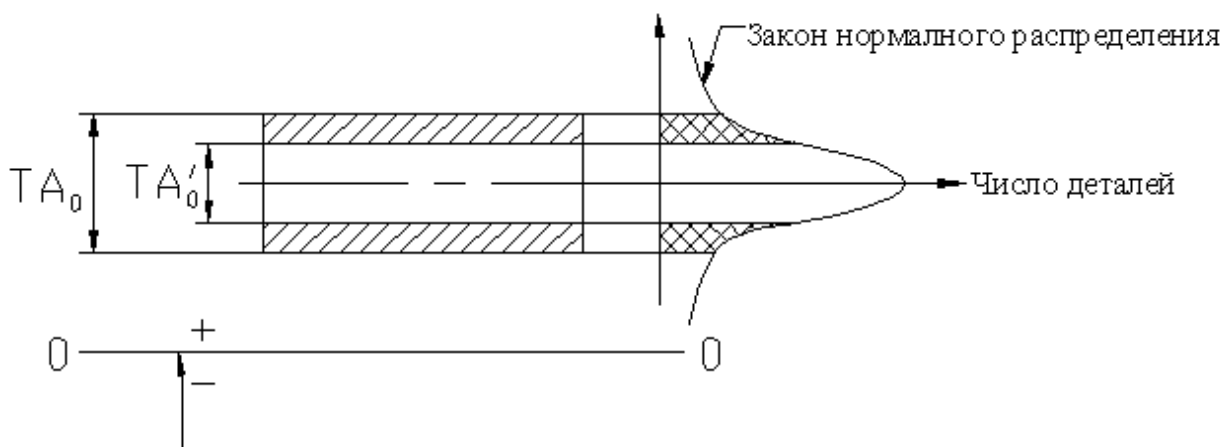
$$ESA_0 = \sum \overset{\rightarrow}{ES A}_j - \sum \overset{\leftarrow}{EJ A}_j - ESA_k \Rightarrow ESA_k$$

$$EJA_0 = \sum \overset{\rightarrow}{EJ A}_j - \sum \overset{\leftarrow}{EJ A}_j - EJA_k \Rightarrow EJA_k$$

Теоретико-вероятностный метод

Расчет размерных цепей теоретически вероятностным методом основан на теории вероятностей.

В условиях единичного и массового производства при оптимально настроенном оборудовании размеры изготавливаемых деталей (рассеяние их размеров) подчиняются закону нормального распределения.



Отклонение размеров в основном группируются около середины поля допуска, а вероятность изготовления размеров деталей с предельными (верхним $ES(A_j)$ и нижним $EJ(A_j)$) отклонениями весьма мала.

Замыкающее звено размерной цепи принимаем за случайную величину, являющуюся суммой независимых случайных переменных, т.е. суммой независимых составляющих звеньев цепи.

$$\sigma_0 = \sqrt{\sum \sigma_j^2} \dots\dots\dots (1)$$

Предположим, что границы вероятностного распределения составляющих и замыкающего звеньев совпадают с границами допусков, то при вероятности 0,27% риска можно принять

$$TA_j = 6 \times \sigma_{A_j} \text{ или } \sigma_{A_j} = \frac{TA_j}{6}, \text{ соответственно } TA_0 = 6 \times \sigma_{A_0} \text{ (При этом у 0,27\%}$$

деталей размеры замыкающего звена будут выходить за пределы поля допуска).

Подставляя σ_{A_j} и σ_{A_0} в уравнение (1) получаем

$$TA_0 = \sqrt{\sum_{j=1}^{m-1} (TA_j)^2} \dots\dots\dots (2)$$

При других законах распределения (равной вероятности, закона треугольника) вводятся коэффициенты.

$$TA_0 = \frac{1}{k_0} \sqrt{\sum_{j=1}^{m-1} TA_j^2 k_j^2}$$

k_0, k_j – коэффициенты характеризующие отличие распределения погрешностей у составляющих и замыкающего звеньев от распределения по закону Гаусса.

При вероятностном расчете отклонения $ES(A_0)$ и $EJ(A_0)$ замыкающего звена определяют по формулам

$$ESA_0 = EsA_0 + \frac{TA_0}{2}$$

$$EJA_0 = EsA_0 - \frac{TA_0}{2}$$

Решение прямой задачи (проектный расчет) теоретико-вероятностным методом. Эта задача решается аналогично методике, изображенной для прямой задачи по методу max-min.

Способ равных допусков

$$TA_0 = \sqrt{(m-1) * T_{cp} A_j^2 k_j^2}$$

$$T_{cp} A_j = \frac{TA_0}{k_j \sqrt{m-1}}$$

Способ допусков одного качества

$$a_{cp} = \frac{k_0 * TA_0}{\sqrt{\sum_{j=1}^{m-1} i^2 k_j^2}}$$

Применение теоретико-вероятностного метода расчета расчетных цепей по сравнению с методом max-min позволяет:

- При решении обратной задачи, по известным допускам составляющих определить более узкий допуск замыкающего звена.
- При решении прямой задачи, по заданному допуску замыкающего звена назначить более грубые, т.е. технологически выполняемые допуски составляющих звеньев.

Например:

$n=4$; $TA_0=8\text{мкм}$

$$1. \quad TA_0 = TA_1 + TA_2 + TA_3 + TA_4 = 2 + 2 + 2 + 2 = 8\text{мкм}$$

$$TA_0 = \sqrt{\sum TA_j} = \sqrt{4^2 + 4^2 + 4^2 + 4^2} = 8\text{мкм}$$

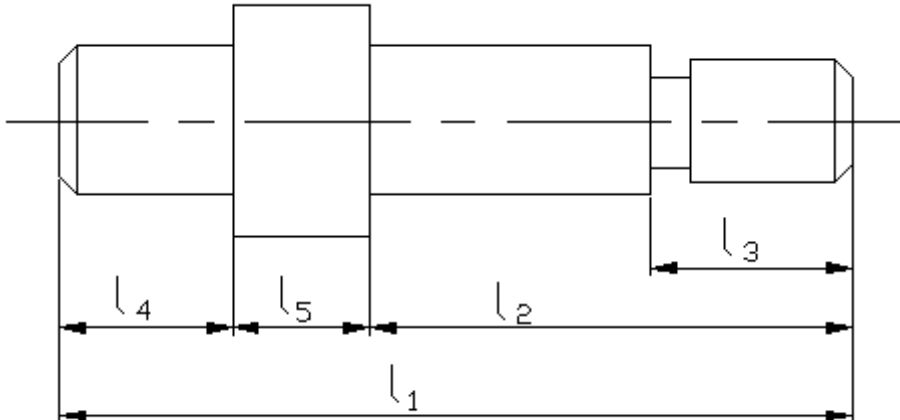
Пример №2

Назначить допуски для двух вариантов обработки.

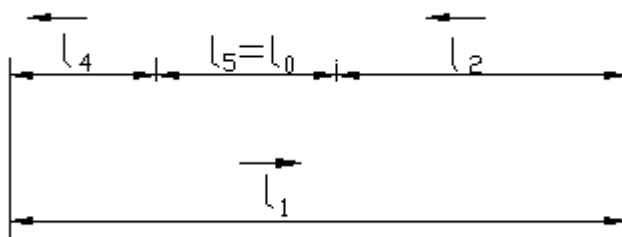
Дано: $l_1=190\text{ мм}$, $l_2= 78\text{ мм}$, $l_3 = 40\text{ мм}$, $l_4 = 50\text{ мм}$, $l_5 = 60_{-0,12}$ (по JT10)

Последовательность обработки

А) l_1, l_2, l_3, l_4 Б) l_1, l_2, l_3, l_5



1) l_1, l_2, l_3, l_4



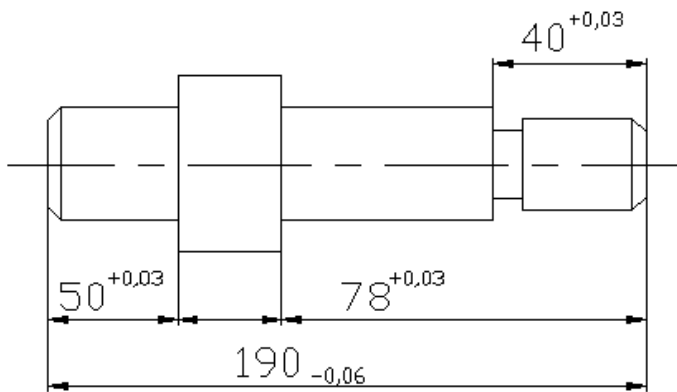
$l_5 = l_0 = 62_{-0,12}$ - замыкающий размер (он же исходный).

Это вторая задача – решается способом равноточных допусков (одного качества)

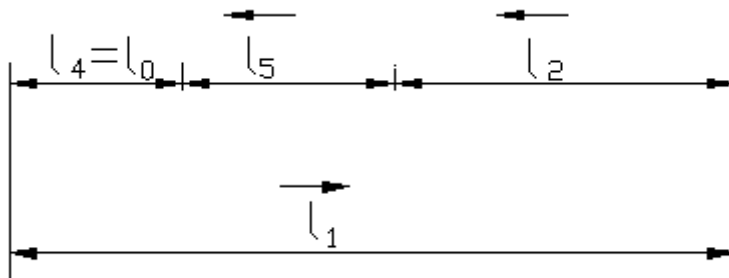
$$a_{cp} = \frac{Tl_0}{\sum i} = \frac{120}{2,9 + 1,88 + 1,56} = \frac{120}{6,34} = 18,92 \approx 19 \text{ (JT7-JT8)}$$

	JT7	JT8	Корректируем
l1 190мм	46	72	60
l2 78 мм	30	46	30
l3 50 мм	25	39	30
	101 < 120	157 < 120	120

$$l_1 = 190_{-0,06} \text{ мм}; \quad l_2 = 78^{+0,03} \text{ мм}; \quad l_4 = 50^{+0,03} \text{ мм}.$$



2) l_1, l_2, l_3, l_5



Замыкающий размер l_4 . Исходный размер $l_5=62$ является составляющим. Поэтому назначаем допуски на составляющие размеры не точнее допуска на исходный размер, т.е. по JT10.

$$l_1 = 190_{-0,185}$$

$$l_2 = 78^{+0,12}$$

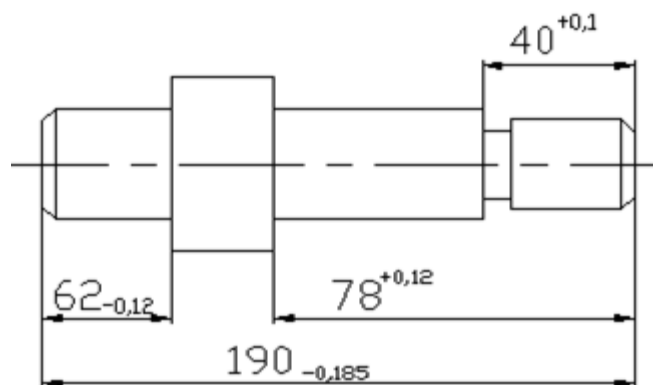
$$l_3 = 40^{+0,1}$$

$$Es(l_0) = \sum Es(l_j)_{yB} - \sum Ei(l_j)_{yM} = 0 - (0 - 0,12) = +0,12$$

$$Ei(l_0) = \sum Ei(l_j)_{yB} - \sum Es(l_j)_{yM} = -0,185 - (-0,12 + 0) = -0,305$$

$$l_0 = l_4 = 50_{-0,305}^{+0,120} \text{ мм}.$$

Второй вариант обработки экономически более выгоден, т.к. размеры выполняются с большими допусками (по более грубому качеству).



3 Задачи для самостоятельного решения

Задание. (Решение прямой задачи методом полной взаимозаменяемости). Установить допуски и предельные отклонения размеров A_1 и A_2 в соответствии с ГОСТ 25347-82, если размер замыкающего звена $A_Δ=30±0,065$ мм. Требуется выдержать для эксплуатации детали $A_2 = 120_{-0,14}$ мм.

По вариантам:

1. Установить методом полной взаимозаменяемости допуск и подобрать отклонения на операционный размер A_2 (табл.1) в соответствии с ГОСТ 25347-82.

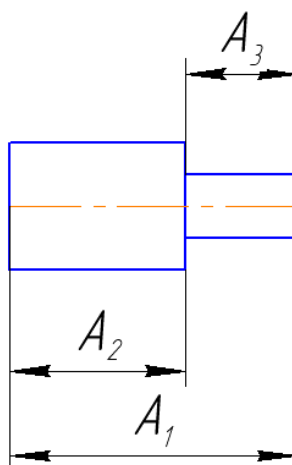


Таблица 1

Размер, мм	Вариант								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A_1	$150_{-0,16}$	$150_{-0,16}$	$150_{-0,16}$	$150±0,08$	$150±0,08$	$150±0,08$	$150^{+0,16}$	$150^{+0,16}$	$150^{+0,16}$
A_3	$52_{-0,3}$	$52±0,15$	$52^{+0,3}$	$52_{-0,3}$	$52±0,15$	$52^{+0,3}$	$52_{-0,3}$	$52±0,15$	$52^{+0,3}$

2. Определить методами полной и неполной взаимозаменяемости допуски, верхние и нижние отклонения на операционные размеры A_1 и A_2 (табл.2)

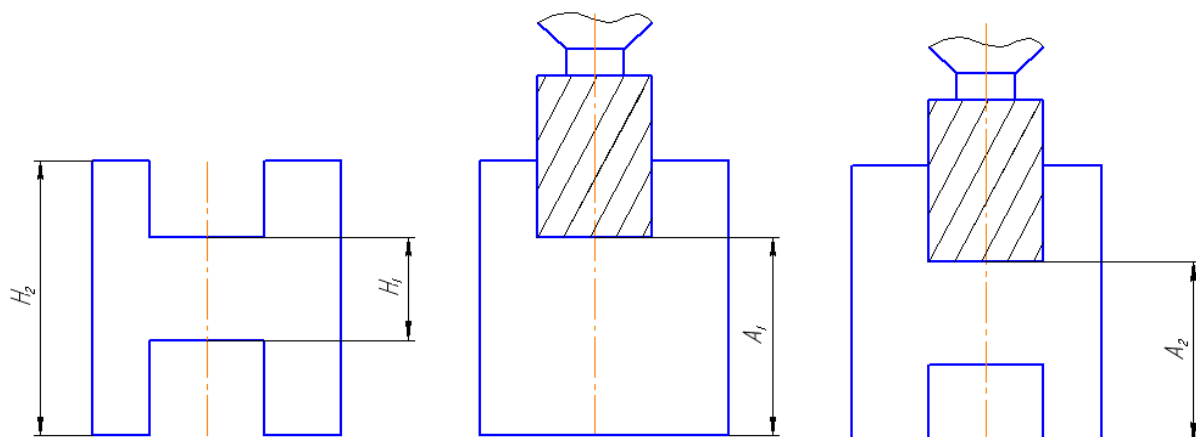


Таблица 2

Размер, мм	Вариант				
	1	2	3	4	5
H_1	$20^{+0,13}$	$20^{+0,13}$	$20^{+0,13}$	$20 \pm 0,065$	$20 \pm 0,065$
H_2	$80^{+0,19}$	$80 \pm 0,085$	$80^{+0,19}$	$80_{-0,19}$	$80^{+0,19}$

Контрольные вопросы

- 1) Что такое размерная цепь?
- 2) Перечислите виды звеньев размерных цепей?
- 3) Как классифицируются размерные цепи?
- 4) В чем заключаются прямая и обратная задачи при расчете размерных цепей?
- 5) Как распределяется допуск замыкающего звена между допусками составляющих звеньев (при решении прямой задачи)?
- 6) В чем состоит отличие решения прямой задачи методом максимума-минимума от ее решения вероятностным методом?
- 7) Как рассчитываются плоские размерные цепи с непараллельными звеньями?
- 8) Каковы особенности расчета размерных цепей с параллельно-связанными звеньями?
- 9) В чем состоит сущность обеспечения точности замыкающего звена методом полной взаимозаменяемости?
- 10) В чем состоит сущность обеспечения точности замыкающего звена методом неполной взаимозаменяемости?
- 11) В чем состоит сущность обеспечения точности замыкающего звена методом групповой взаимозаменяемости?

- 12) В чем состоит сущность обеспечения точности замыкающего звена методом регулирования?
- 13) В чем состоит сущность обеспечения точности замыкающего звена методом пригонки?
- 14) Какие звенья являются замыкающими в технологических размерных цепях, формирующихся при изготовлении деталей?
- 15) Как строится размерная схема технологического процесса изготовления детали?
- 16) В чем состоит сущность размерного анализа спроектированного технологического процесса изготовления детали

Список литературы

1.Рахимьянов, Х. М. Технология машиностроения : учебное пособие / Х. М. Рахимьянов, Б. А. Красильников, Э. З. Мартынов. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 254 с. — ISBN 978-5-7782-2291-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/47721.html> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

Практическая работа № 15. Определение припусков и межоперационных размеров

Цель работы: изучение методики расчета припусков и межоперационных размеров на механическую обработку деталей в зависимости от типа обрабатываемой поверхности, метода получения заготовки способа их закрепления при выполнении механической операции.

ПКС-2 Способен разрабатывать технологические процессы и проекты участков и цехов изготовления деталей машиностроения (Установление значений промежуточных размеров, обеспечиваемых при обработке поверхностей деталей машиностроения средней сложности).

ПКС-4.Способен разрабатывать технологии и программы изготовления деталей на станках с ЧПУ(Методики определения припусков и назначения допусков на межпереходные размеры.)

Задание и исходные данные для выполнения работы

Для заданных по чертежу поверхностей деталей рассчитать значения припусков: промежуточных, операционных, общих. Для каждой заданной поверхности определить максимальный и минимальный операционные припуски.

По результатам расчетов построить графические схемы расположения припусков и допусков.

На остальные обрабатываемые поверхности назначить припуски и допуски по ГОСТ 7829-70, ГОСТ 7062-90, [2], ГОСТ 7505-89, ГОСТ 26645-85 [1].

Для выполнения работы необходимо иметь:

- а) чертеж детали с предельными отклонениями размеров. Эскизы базирования заготовки при обработке заданных поверхностей;
- б) метод получения заготовки;
- в) материал детали;
- г) технологический маршрут обработки;
- д) технологические базы, используемые при обработке заданных поверхностей;
- е) применяемое оборудование, приспособления и режущий инструмент.

Порядок выполнения работы

Для удобства расчет следует производить в виде таблицы 1. Данные таблицы используются непосредственно для построения графической схемы, а также для быстрой проверки правильности произведенных расчетов.

Таблица 1 - Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{\min}$, мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск T , мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	R_z	H	ρ	ε				d_{\min}	d_{\max}	$2z_{\min}^{\text{пр}}$	$2z_{\max}^{\text{пр}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка											
1-ый переход											
<i>n</i> -ый переход											
Итого										Σ	Σ

5 Пример выполнения расчета

Рассчитать припуски на обработку на обработку и промежуточные предельные размеры для диаметра $50^{+0,05}$ отверстия корпуса, показанного на рисунке 3. На остальные поверхности (1, 2, 3) назначить припуски и допуски по ГОСТ 26645-85.

Заготовка представляет собой отливку, массой 3,5 кг.

Технологический маршрут обработки отверстия $50^{+0,05}$ состоит из двух операций: чернового и чистового растачивания, выполняемых при одной установке обрабатываемой детали. Заготовка базируется на данной операции плоскостью основания 2 и двумя отверстиями $\varnothing 10$, изготовленные предварительно. Схема установки при обработке ясна из рисунка 5.1.

Корпус :

Расчет припусков на обработку отверстия $\varnothing 50^{+0,05}$ ведем путем составления таблицы 2, в которую последовательно записываем технологический маршрут обработки отверстия и все значения элементов припуска.

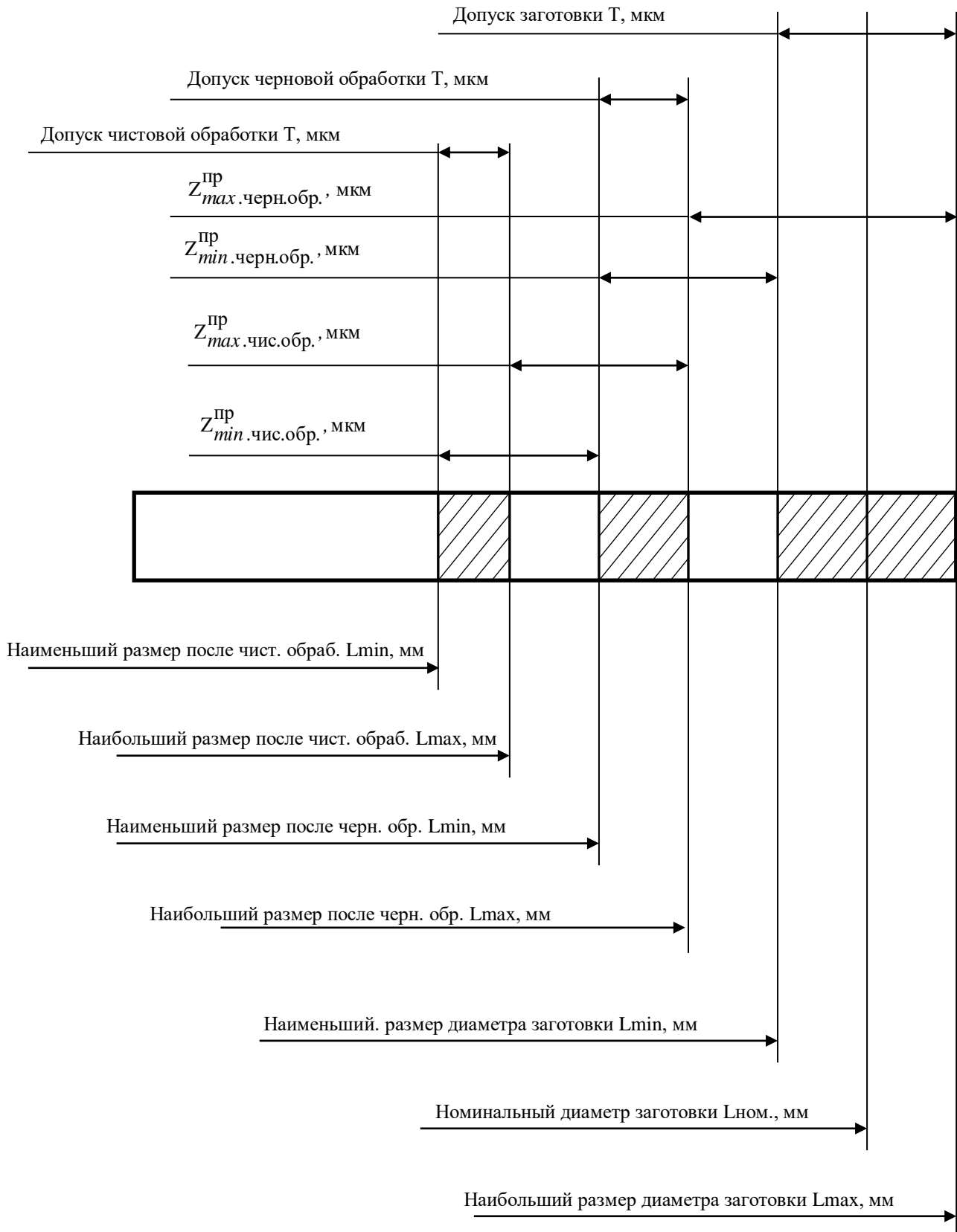


Рисунок 3.1 - Схема графического расположения припусков и допусков на обработку плоскости, мм.

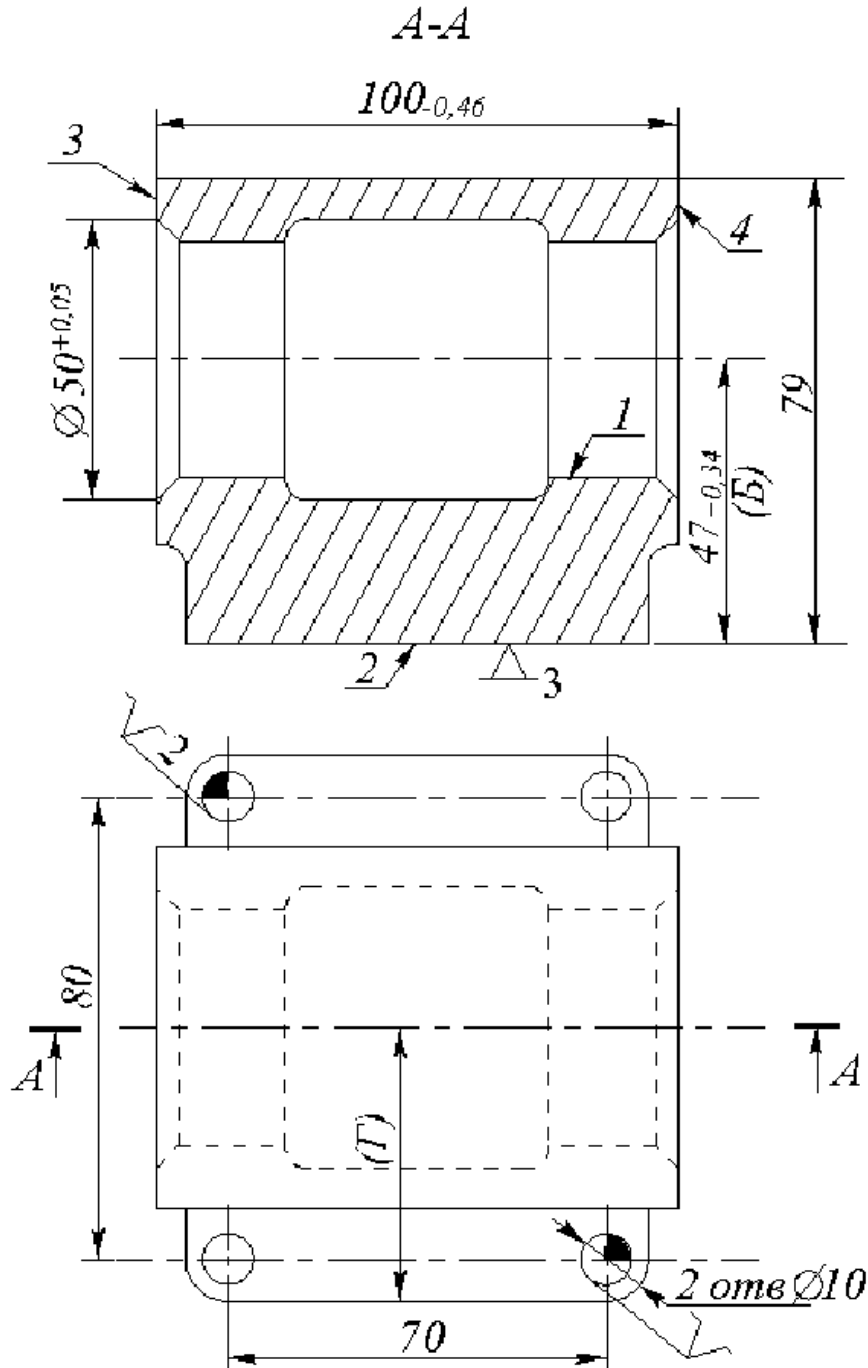


Рисунок 5.1 - чертеж и схема установки при обработке отверстия $\varnothing 50^{+0.05}$.

Суммарное значение R_z и h , характеризующее качество поверхности литых заготовок, составляет 600 мкм, таблица 6А. После первого технологического перехода величина h для деталей из чугуна исключается из расчетов поэтому для чернового и чистового растачивания находим по таблице

8А только значения R_z , соответственно 50 и 20 мкм, и записываем их в расчетную таблицу 2.

Таблица 2 - Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку отверстия $\varnothing 50^{+0,05}$ корпуса.

Технологические переходы обработки поверхности $\varnothing 50^{+0,05}$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{\min}$, мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск T , мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков мкм	
	R_z	H	ρ	ε				d_{\min}	d_{\max}	$2z_{\min}^{\text{пр}}$	$2z_{\max}^{\text{пр}}$
Заготовка		600	294			48,078	400	47,68	48,08		
Растачивание											
черновое	50	–	15	127	2·920	49,918	170	49,75	49,92	1840	2070
чистовое	20	–	–	6	2·66	50,05	50	50,00	50,05	130	250
Итого.....								1970	2320		

Величину коробления отверстия следует учитывать как в диаметральном, так и в осевом его сечении, поэтому:

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_K d)^2 + (\Delta_K l)^2}$$

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(0,7 \cdot 50)^2 + (0,7 \cdot 100)^2} = 78 \text{ мкм}$$

Величину удельного коробления для отливок находим по таблица 2Б, где d и l – диаметр и длина обрабатываемого отверстия).

При определении $\rho_{\text{см}}$ в данном случае следует принимать во внимание точность расположения базовых поверхностей, используемых при данной схеме установки и полученных на предыдущих операциях относительно обрабатываемой в данной установке поверхности.

Так, если бы для получения размера (Б) ($47_{-0,34}$) при обработке плоскости основания 2 использовалось отверстие, то последующая погрешность расположения отверстия относительно поверхности 2 была бы равна допуску, который выдерживался при обработке поверхности 2 от отверстия, т. е. 0,34 мм.

Если же при обработке поверхности 2 в качестве базы использовалась, как это и бывает в большинстве случаев, какая то наружная поверхность, то следует учитывать смещение стрежня, который формирует отверстие относительно наружной поверхности. Последнее принято определять как отклонение от номинального размера в отливке, определяемое допуском, на размер соответствующего класса точности.

Эти же соображения следует принимать во внимание при определении погрешности размера (Г) в горизонтальной плоскости, т. е. смещения положения отверстия заготовки относительно наружной ее поверхности. Так как в качестве базы при сверлении и развертывании отверстий $\varnothing 10$ использовалась боковая поверхность отливки, то для определения погрешности расположения обрабатываемого в данной установке отверстия $\varnothing 50^{+0,05}$ относительно базовых отверстий $\varnothing 10$ следует принять смещение стержня

относительно наружной поверхности отливки, определяемое допуском на размер (Γ) в отливке.

Учитывая, что суммарное смещение отверстия в отливке относительно наружной ее поверхности представляет геометрическую сумму в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, получаем:

$$\rho_{\text{см}} = \sqrt{\left(\frac{\delta_B}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_\Gamma}{2}\right)^2}$$

$$\rho_{\text{см}} = \sqrt{200^2 + 200^2} = 284 \text{ мкм.}$$

где T_B и T_Γ – допуски на размеры (B) и (Γ) по классу точности, соответствующему данной отливке, таблица 8В.

Таким образом, суммарное значение пространственного отклонения заготовки составит:

$$\rho_3 = \sqrt{284^2 + 78^2} = 294 \text{ мкм.}$$

Величина остаточного пространственного отклонения после чернового растачивания

$$\rho_1 = 0,05\rho_3 = 0,05 \cdot 294 = 15 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки при черновом растачивании:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}.$$

Погрешность базирования в данном случае возникает за счет перекоса заготовки в горизонтальной плоскости при установке ее на штыре приспособления. Перекос при этом происходит из-за наличия зазоров между наибольшим диаметром установочных отверстий и наименьшим диаметром штырей.

Наибольший зазор между отверстиями и штырями определяется как

$$S_{\text{max}} = \delta_A + \delta_B + s_{\text{min}},$$

где T_A – допуск на отверстие; $T_A = 16 \text{ мкм} = 0,016 \text{ мм}$;

T_B – допуск на диаметр штыря; $T_B = 14 \text{ мкм} = 0,014 \text{ мм}$;

T_{min} – минимальный зазор между диаметрами штыря и отверстия, мм;

$$s_{\text{min}} = 13 \text{ мкм} = 0,013 \text{ мм.}$$

Тогда наибольший угол поворота заготовки на штырях может быть найден из отношения наибольшего зазора при повороте в одну сторону от среднего положения к расстоянию между базовыми отверстиями в этом случае составит

$$\varepsilon_6 = l \cdot \text{tg}\alpha = 100 \cdot 0,0004 = 0,04 \text{ мм} = 40 \text{ мкм},$$

где l – длина обрабатываемого отверстия.

Погрешность закрепления заготовки, таблица 2В, ε_3 принимаем равной 120 мкм.

Тогда погрешность установки при черновом растачивании

$$\varepsilon_1 = \sqrt{40^2 + 120^2} = 127 \text{ мкм.}$$

Остаточная погрешность установки при чистовом растачивании

$$\varepsilon_3 = 0,05\varepsilon_1 + \varepsilon_{\text{инд}} \approx 6 \text{ мкм.}$$

Так как черновое и чистовое растачивание производится в одной установке, то $\varepsilon_{\text{инд}} = 0$.

На основании записанных в таблице данных производим расчет минимальных значений межоперационных припусков, пользуясь основной формулой

$$2z_{\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{p_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}).$$

Минимальный припуск под растачивание:

черновое

$$2z_{\min_1} = 2(600 + \sqrt{294^2 + 127^2}) = 2 \cdot 920 \text{ мкм.}$$

чистовое

$$2z_{\min_2} = 2(50 + \sqrt{15^2 + 6^2}) = 2 \cdot 66 \text{ мкм.}$$

Графа «Расчетный размер» (d_p) заполняется, начиная с конечного, в данном случае чертежного, размера последовательным вычитанием расчетного минимального припуска каждого технологического перехода.

Таким образом, имея расчетный (чертежный) размер, после последнего перехода (в данном случае чистового растачивания 50,05) для остальных переходов получаем:

для чернового растачивания

$$d_{p_1} = 50,05 - 0,132 = 49,918 \text{ мм};$$

для заготовки

$$d_{p_2} = 49,918 - 1,84 = 48,078 \text{ мм.}$$

Значения допусков каждого перехода принимаются по таблицам 11А-14А.

Так, для чистового растачивания значение допуска составляет 50 мкм (чертежный размер); для чернового растачивания $T = 170$ мкм; допуск на отверстие в отливке составляет $T = 400$ мкм.

В графе «Предельный размер» наибольшее значение (d_{\max}) получается по расчетным размерам, округляемым до точности допуска соответствующего перехода.

Наименьшие предельные размеры (d_{\min}) определяются из наибольших предельных размеров вычитанием допусков соответствующих переходов.

Таким образом, для чистового растачивания наибольший предельный размер – 50,05 мм, наименьший – $50,05 - 0,05 = 50$ мм; для чернового растачивания наибольший предельный размер 49,92, а наименьший – $49,92 - 0,17 = 49,75$ мм; для заготовки наибольший предельный размер – 48,08 мм, наименьший – $48,08 - 0,4 = 47,68$ мм.

Минимальные предельные значения припусков $z_{\min}^{\text{пр}}$ равны разности наибольших предельных размеров выполняемого и предшествующего переходов, а максимальные значения $z_{\max}^{\text{пр}}$ – соответственно разности наименьших предельных размеров.

Тогда для чистового растачивания

$$2z_{\min_2}^{\text{пр}} = 50,05 - 49,92 = 0,13 = 130 \text{ мкм};$$

$$2z_{\max_2}^{\text{пр}} = 50 - 49,75 = 0,25 = 250 \text{ мкм};$$

для чернового растачивания

$$2z_{\min_1}^{\text{пр}} = 49,92 - 48,08 = 1840 \text{ мкм};$$

$$2z_{\max_2}^{\text{пр}} = 49,75 - 47,68 = 2,07 = 2070 \text{ мкм}.$$

Все результаты произведенных расчетов сведены в таблицу 2.

На основании данных расчетов строим схему графического расположения припусков и допусков по обработке отверстия $\varnothing 50^{+0,05}$, рисунок 5.2.

Общие припуски $z_{o_{\min}}$ и $z_{o_{\max}}$ определяем, суммируя промежуточные припуски и записываем их значения внизу соответствующих граф:

$$z_{o_{\min}} = 130 + 1840 = 1970 \text{ мкм};$$

$$z_{o_{\max}} = 250 + 2070 = 2320 \text{ мкм}.$$

Общий номинальный припуск:

$$z_{o_{\text{ном}}} = z_{o_{\min}} + B_3 - B_d = 1970 + 200 - 50 = 2120 \text{ мкм};$$

$$d_{3_{\text{ном}}} = d_{d_{\text{ном}}} - z_{o_{\text{ном}}} = 50 - 2,1 = 47,9 \text{ мм}.$$

Производим проверку правильности выполненных расчетов:

$$z_{\max_2}^{\text{пр}} - z_{\min_2}^{\text{пр}} = 250 - 130 = 120 \text{ мкм}; \quad \delta_1 - \delta_2 = 170 - 50 = 120 \text{ мкм};$$

$$z_{\max_1}^{\text{пр}} - z_{\min_1}^{\text{пр}} = 2070 - 1840 = 230 \text{ мкм}; \quad \delta_3 - \delta_1 = 400 - 170 = 230 \text{ мкм}.$$

На остальные обрабатываемые поверхности корпуса припуски и допуски выби-

раем по таблицам 1Г-8Г, [2].

Таблица 3-Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности корпуса, мм.

Поверхность	Размер	Припуск		Допуск
		табличный	расчетный	
1	$\varnothing 50$	2 · 2,0	2 · 1,06	$\pm 0,2$
2	90	2,0	–	$\pm 0,3$
3,4	100	2,0	–	$\pm 0,3$



Рисунок 5.2 -Схема расположения припусков и допусков на обработку отверстия $\varnothing 50^{+0,05}$ корпуса

Список литературы

1. Радкевич Я.М., Тимирязев В.А., Схиртладзе А.Г., М.С. Островский. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении. Учебное пособие для машиностроит. спец. ВУЗов. Под ред. В.А.Тимирязева. Рекомендовано Министерством образования РФ - М.: Высш. шк., 2004 - 272 с. 11 шт.

2. Определение припусков и межоперационных размеров на механическую обработку расчетно-аналитическим методом. Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине "Технология машиностроения". Методические указания. Сост.: В.П. Пучков, Т.В. Рябикина. - Арзамас: Ассоциация ученых, 2004 - 56 с. 68 шт.

Практическая работа №16 Разработка содержания переходов и назначение элементов режимов резания для многоцелевых станков и обрабатывающих центров

Цель работы: получение практических навыков по выполнению операционных эскизов механической обработки и написания содержания переходов при механической обработке. Определять порядок выполнения переходов с учетом особенностей проектирования операций обработки на

токарных станках с ЧПУ. Проектировать карты технологических наладок на операций выполняемых на станках с ЧПУ, методом концентрации. Разрабатывать схемы базирования соблюдая принцип единства и постоянства баз. Назначать станочные приспособления с учетом особенностей обработки на станках с ЧПУ. Оформлять технологическую документацию на операции технологического процесса изготовления деталей на станках с ЧПУ.

(ПКС-4- Способен разрабатывать технологии и программы изготовления деталей на станках с ЧПУ).

3. Порядок выполнения работы

2.1. Получить у преподавателя индивидуальное задание (чертеж детали).

2.2. Разработать эскиз механической обработки с указанием обрабатываемых поверхностей, главного движения и движения подачи.

2.3 Записать в соответствии с требованиями ЕСТД содержание переходов.

2.4 Выполнить расчет режимов резания.

2.5. Оформить отчет по работе.

2.6. Ответить на контрольные вопросы.

3. Содержание отчета по работе

1. Чертеж детали.

2. Чертеж карты эскизов.

3. Оформить операционную карту . Записав содержание переходов и режимов обработки по ГОСТ 3.1702-79.

4. Контрольные вопросы

1.Основные этапы проектирования технологических операций и переходов.

2. Правила сокращения слов при записи содержания перехода.

3.Что такое операция?

4. Что такое переход?

5.Как обозначаются обрабатываемые поверхности?

6.Для каких целей проектируются операционные эскизы?

Список литературы

1.Чупина Л.А. Пульбере А.И., Схиртладзе А.Г., Устименко С.А., Богатая Т.Х. Проектирование технологических операций металлообработки. Учебное пособие. . Допущено УМО АМ - Старый Оскол: ТНТ, 2010 - 636 с. 10 шт.

Практическая работа №17. Нормирование технологических операций механической обработки.

Цель работы –выполнение технологических расчетов и практическое освоение методов технического нормирования станочных работ и приобретение навыков по использованию этих методов для одно- и многоинструментальной обработки.

ПКС-2 Способен разрабатывать технологические процессы и проекты участков и цехов изготовления деталей машиностроения (Установление норм времени на технологические операции изготовления деталей машиностроения средней сложности.)

Задание.

- 1.Определить норму штучного на операцию, задание выдается преподавателем.
- 2.Определить варианты модернизации операции с целью сокращения норм времени.
- 3.Оформить расчеты.
- 4.Ответить на контрольные вопросы.

Исходные данные – чертеж детали, содержание операции, данные о геометрических параметрах режущих инструментов, режимы обработки.

1 Теоретическая часть

Все методы нормирования могут быть разделены на две группы: *аналитические и опытно-статистические.*

Аналитические методы и соответствующие им аналитически-расчетные нормы времени (технически-расчетные) основаны на анализе технологического процесса и расчете затрат времени выполнения отдельных элементов (основные и вспомогательные приемы) каждой операции. К аналитическим могут быть отнесены методы аналитически-исследовательские и хронометражные, также определяющие норму времени по элементам.

Опытно-статистические (суммарные) методы устанавливают норму времени на выполнение всей операции в целом без расчленения ее на отдельные составляющие они не являются прогрессивными и могут применяться только в единичном и мелкосерийном производстве.

1. Методика определения режимов резания и норм времени

Исходными данными, оказывающими влияние на норму времени и фактические затраты рабочего времени на операцию, являются:

материал обрабатываемой заготовки, его основная характеристика, способ получения исходной заготовки;

размеры обрабатываемых поверхностей (с учётом допусков), размеры после обработки, требуемая точность и допустимая шероховатость обработанной поверхности;

масса обрабатываемой заготовки;

размер технологической партии;
 применяемое оборудование (основные сведения из паспорта станка); режущие и измерительные инструменты;
 предполагаемый способ базирования и закрепления заготовки;
 конструкция приспособления; способ базирования, обеспечение точности установки (с выверкой и без выверки); способ закрепления и открепления; для заготовок, устанавливаемых с помощью специальных устройств, — основная характеристика этого устройства; планировка рабочего места;
 порядок обслуживания рабочего места; обеспечение заготовками, необходимой документацией, инструментами и приспособлениями, обеспечение наладки, подналадки и ремонта станка и т.п.

Все перечисленные данные в той или иной степени влияют на структуру проектируемой операции и на затраты рабочего времени.

Приступая к нормированию, необходимо детально представлять содержание нормируемой операции, последовательность и порядок выполнения составляющих её элементов, технологические возможности оборудования, органы управления станком, организацию рабочего места и его обслуживания, так как технически обоснованная норма времени на операцию реальна только при соблюдении наложенных на неё условий выполнения операции.

Схематично расчёт нормы времени осуществляется в следующей последовательности.

Нормирование основного (машинного) времени. Определение всех параметров режущего инструмента (типоразмера, материала режущей части, геометрических параметров и т. п.); последовательное определение элементов режима резания; глубины резания (числа проходов), максимально допустимой подачи, скорости резания (с учётом нормативной или требуемой стойкости режущего инструмента), а также жёсткости технологической системы; определение действующих (при установленных элементах режима резания) сил и моментов и сопоставление их с допустимыми силами и моментами по условиям обеспечения нормальной эксплуатации станка, требуемой точности размеров и допустимой шероховатости обрабатываемой поверхности, а иногда и по жёсткости и прочности инструмента и всей технологической системы; проверка режима резания по потребной мощности в соответствии с эффективной мощностью станка, уточнение величины подачи и частоты вращения (числа двойных ходов); расчёт основного (машинного) времени по формуле соответствующей содержанию операции.

Формулу для расчёта основного времени можно представить в виде

$$t_o = \frac{L}{nS} \cdot \frac{h}{t} = \frac{l+l_1+l_2}{nS} \cdot i$$

где L — величина перемещения инструмента или заготовки в направлении подачи за один рабочий ход, мм; n — частота вращения, мин^{-1} ; S — подача, мм/об. или мм/дв.ход; h — припуск на обработку (для данного перехода), мм; t — глубина резания за один проход, мм; I — размер обрабатываемой поверхности в направлении подачи для конкретной операции, мм; l_1 — величина врезания и перебега инструмента, мм; l_2 — дополнительная длина на взятие пробной

стружки, $l_2 = 12... 15$ мм; при наладке станка, обеспечивающей получение требуемого размера $l_2 = 0$; i — число рабочих ходов.

Формулы для расчёта основного времени для конкретных технологических операций приведены в соответствующих разделах нормативов [2].

Нормирование вспомогательного времени. Вспомогательное время, как уже было сказано, складывается:

из времени на установку и снятие детали;

из времени, связанного с переходом (комплекс приёмов);

из времени на измерение (контроль окончательных размеров).

Вспомогательное время определяется по соответствующим разделам нормативов [1].

Вспомогательное время на установку и снятие детали в условиях среднесерийного и крупносерийного производства [1] определяется в зависимости от способа установки, выверки и крепления заготовки независимо от вида станков. Сюда же включается время на пуск, остановку станка и время на установку деталей свыше одной (в многоместных приспособлениях), а также время на очистку приспособления от стружки.

Нормативы вспомогательного времени, связанного с переходом, разработаны с учётом типа станков и содержат время на сложный комплекс приёмов, регулярно повторяющихся при выполнении перехода (или обработке одной поверхности). Подробное перечисление приёмов в зависимости от способа выполнения работы дано в нормативах [1].

Нормативы вспомогательного времени на измерение предусматривают контрольные измерения после обработки на данной операции. Все промежуточные измерения в процессе обработки учтены во времени, связанном с переходом.

При расчёте вспомогательного времени на измерение необходимо учитывать также периодичность измерений, оговоренную в отдельных картах, форму поверхности, вид обработки, качество точности и способ установки инструмента на размер [1].

После расчёта всех составляющих вспомогательного времени его необходимо скорректировать по поправочному коэффициенту K [1].

Заканчивается расчёт вспомогательного времени анализом: выясняется, перекрывается оно целиком или частично основным временем (см. предыдущий раздел).

В дальнейшем расчёте штучного времени учитывается только неперекрываемое вспомогательное время.

Нормирование времени на обслуживание рабочего места. В условиях среднесерийного и крупносерийного производства время на обслуживание рабочего места, как правило, выражают в процентах от оперативного времени с учётом группы станка.

Нормирование времени перерывов на отдых и личные надобности. Данную категорию затрат рабочего времени определяют также в процентах от оперативного времени с учётом характера подачи инструмента, массы деталей

и других факторов. Для станков, работающих на механической подаче, эти затраты принимаются равными 4% от $t_{оп}$.

После определения всех затрат рабочего времени определяют норму штучного времени $T_{шт}$ (мин) по формуле (2) или по формуле

$$t_{шт} = (t_o + t_e) \left(1 + \frac{\alpha_{обс} + \alpha_{отл}}{100} \right)$$

в которой $\alpha_{обс}$ — время обслуживания рабочего места в процентах к оперативному времени, $\alpha_{обс}$ включает в себя $\alpha_{тех}$ (время технического обслуживания) и $\alpha_{орг}$ (время организационного обслуживания); $\alpha_{отл}$ — время на отдых и личные надобности в процентах к оперативному времени.

В некоторых случаях (например, в машинных и автоматизированных процессах в условиях массового производства) время технического обслуживания может быть выражено в процентах к основному времени. Тогда норма штучного времени (мин) рассчитывается по формуле

$$t_{шт} = t_o \frac{\alpha_{тех}}{100} + (t_o + t_e) \left(1 + \frac{\alpha_{орг} + \alpha_{отл}}{100} \right)$$

При выпуске продукции отдельными сериями (партиями) устанавливается норма подготовительно-заключительного времени. Оно рассчитывается по нормативам [4] и включает в себя следующие элементы:

время на наладку станка, инструментов и приспособления (в зависимости от типа приспособления и количества инструментов в наладке);

время на дополнительные приёмы, связанные с содержанием операции; время на получение инструмента, приспособлений, техпроцесса до начала и на сдачу их после окончания обработки.

В случае необходимости рассчитывают норму времени на деталь как сумму нормы штучного времени и доли нормы подготовительно-заключительного времени, приходящейся на одну деталь, по формуле (1).

Если одновременно обрабатывают несколько заготовок, (за одну установку), рекомендуется весь расчёт производить на установочную партию, т.е. на операцию, а штучное время на 1 деталь определять в конце расчёта делением времени на операцию на количество заготовок, обрабатываемых одновременно.

Пример 1. Обтачивание на токарно-револьверном станке

Задание. Определить норму штучного времени на токарную обработку детали (рис. 1. см.). Режимы резания определить по общемашиностроительным нормативам [2].

Исходные данные.

Деталь — ось; материал — сталь 50; $\sigma_B = 700$ МПа; заготовка — прокат калиброванный; операция — токарно-револьверная.

Содержание операции:

1. подать пруток до упора, закрепить;
2. точить диаметр в размер 32h11 на длину 50 мм;

3. точить фаску $2 \times 45^\circ$;

4. отрезать деталь от прутка в размер 80 мм.

Станок токарно-револьверный 1А340. Резец проходной упорный 12x20 мм; ($\varphi = 90^\circ$; $\varphi_1 = 15^\circ$; $\gamma = 10^\circ$; $r = 1$ мм; материал пластины — твёрдый сплав Т15К6; резец проходной 12x20 мм: $\varphi = 45^\circ$; материал пластины — твёрдый сплав Т15К6; резец отрезной 12x20 мм; $B = 3$ мм; материал режущей части — сталь Р6М5. Масса детали 1 кг.

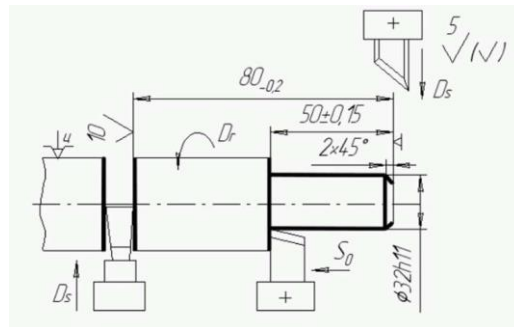


Рис.1. Схема обработки. Пример 1

Решение

1. Расчёт основного времени.

Переход 2 — обтачивание диаметра $\varnothing 32_{h11}$ на длину 50 мм.

1.1. Расчётные размеры обработки: $D = 36$ мм; $l = 50$ мм; $h = 36 - 32 = 4$ мм. Глубина резания равна припуску на сторону: $t = h : 2 = 4 : 2 = 2$ мм. Расчётная длина обработки $L = l + l_1$. Величина врезания и перебега равна $l_1 = 3$ мм [1]. Следовательно. $L = 50 + 3 = 53$ мм.

1.2. Число рабочих ходов $i = h : 2t = 4 : (2 \cdot 2) = 1$.

1.3. По нормативам [1], а также паспортным данным станка определяются подача, скорость резания и частота вращения:

$S_o = 0,32$ мм/об., $v = 136$ м/мин. $n = 1200$ мин⁻¹.

1.4. Основное время

$$t_{o2} = \frac{L_i}{n_n S_o} = \frac{53 \cdot 1}{1200 \cdot 0,32} = 0,14 \text{ мин.}$$

где n_n — частота вращения по паспорту станка.

Переход 3 — обтачивание фаски $2 \times 45^\circ$.

1.5. Расчётные размеры обработки: $D = 32$ мм. $l = 2$ мм. $t = 2$ мм. Так как обтачивание фаски — процесс кратковременный, то параметры режима резания принимаем по предыдущему переходу.

Основное время принимаем по справочным данным [2]:

$t_{o3} = 0,11$ мин.

Переход 4 — отрезка детали.

1.6. Расчётные размеры обработки: $D = 36$ мм; $l = D/2 = 18$ мм. Расчётная длина обработки $L = l + l_1$. Путь на подвод и перебега резца 2 мм. Следовательно $L = 18 + 2 = 20$ мм. Глубина резания $t = 3$ мм (ширина резца), число рабочих ходов $i = 1$.

1.7. По нормативам [2], а также паспортным данным станка определяются подача, скорость резания и частота вращения:

$S_n = 0,08$ мм/об., $V = 36$ м/мин, $n_{п} = 320$ мин⁻¹.

1.7. Основное время

$$t_{o4} = \frac{L}{n_n S_n} = \frac{20}{320 \cdot 0,08} = 0,78 \text{ мин.}$$

Суммарное основное время на операцию

$$t_o = t_{o2} + t_{o3} + t_{o4} = 0,14 + 0,11 + 0,78 = 1,03 \text{ мин.}$$

2. Расчёт вспомогательного времени.

2.1. Время на комплекс приёмов по установке заготовки в самоцентрирующем патроне при заготовке из прутка с креплением и пневматическим зажимом с установкой на длину по упору $T_{в.уст} = 0,16$ мин [1].

2.2. Время, связанное с переходом 2 при установке по лимбу, $t'_{в.пер} = 0,16$ мин, с переходом 3 — $t''_{в.пер} = 0,14$ мин, с переходом 4 — $t'''_{в.пер} = 0,14$ мин [1]

$$t_{в.пер} = 0,16 + 0,14 + 0,14 = 0,44 \text{ мин.}$$

2.3. Время на измерение штангенциркулем $t_{изм} = 0,14$ мин [1]. Это время является перекрываемым ($t_o = 1,03$ мин).

2.4. Общее вспомогательное время (неперекрываемое)

$$t_{в} = 0,16 + 0,44 = 0,6 \text{ мин.}$$

3. Расчёт оперативного времени

$$t_{оп} = t_o + t_{в} = 1,03 + 0,6 = 1,63 \text{ мин.}$$

4. Время на обслуживание рабочего места составляет 4,5% от $t_{оп}$ [1]:

$$t_{обс} = 1,63 \cdot 0,045 = 0,07 \text{ мин.}$$

5. Время на отдых и личные надобности равняется 4% от $t_{оп}$

$$t_{отл} = 1,63 \cdot 0,04 = 0,065 \text{ мин.}$$

6. Норма штучного времени

$$t_{шт} = 1,63 + 0,07 + 0,065 = 1,77 \text{ мин.}$$

Контрольные вопросы

1. Что понимается под техническим нормированием станочных работ?
2. Из чего складывается норма штучного времени в условиях крупносерийного и массового производства?
3. Какова последовательность выбора режимов резания?
4. Каковы особенности выбора режимов резания при многоинструментальной обработке?
5. Что понимается под лимитирующим инструментом и как его выбрать?
6. Что такое основное время обработки? От каких элементов режимов резания зависит основное время?
7. Из каких составляющих состоит штучное время?

Список литературы

1. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, обслуживания рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Среднесерийное и крупносерийное производство. — М.: НИИТруда, 1984. — 382 с.

2. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник: В 2-х т./А.Д. Локтев. И.Ф. Гуцин. В.А. Батуев и др. — М.: Машиностроение. 1991, Т.1. — 640с.

3. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник: В 2-х т./А.Д. Локтев. И.Ф. Гуцин. В.А. Батуев и др. — М.: Машиностроение. 1991, Т.2. - 304 с.

Практическая работа №18 Расчета технически обоснованных норм штучного и подготовительно-заключительного времени на станках с ЧПУ

Цель работы: научиться нормировать технологические операции изготовления деталей машиностроения средней сложности. Устанавливать норм времени на технологические операции изготовления деталей машиностроения средней сложности при различных типах производства (ПКС-4 Способен разрабатывать технологии и программы изготовления деталей на станках с ЧПУ).

Задание :

На основании исходных данных: Деталь. «Наименование детали»; выдается преподавателем, рисунок чертежа. Материал детали, твердость. Точность обработки поверхностей: 1 — 1Т7, 2...1Т9. Шероховатость поверхностей: 1,2 — R_a 2,5.

Исходная заготовка. Метод получения исходной заготовки. Масса . Состояние поверхностей Припуск на обработку поверхности: 1 — 8 мм, 2 — 8 мм.

Особые условия.

Станок. Модель станка. Паспортные данные станка:

Содержание операции:

Операция

Приспособление.

Содержание операции:

1) расточить поверхность 1;

2) расточить поверхность 2.

Условия организации труда: доставку на рабочее место инструмента, приспособлений, документации, заготовок и сдачу их после окончания обработки партии деталей осуществляет оператор.

Инструмент на приборе вне станка предварительно не настраивается.

Количество деталей в партии — 40 шт.

Теоретическая часть

4.1. Особенности нормирования

Нормирование операций механической обработки на станках с ЧПУ производится по нормативам [1,2].

Норма времени также как и для станков с ручным управлением состоит из нормы штучного времени и подготовительно-заключительного времени

$$T = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (1)$$

где n — количество деталей в партии.

Штучное время

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_{в} + K_{тв}) \cdot \left(1 + \frac{a_{тех} + a_{орг} + a_{отл}}{100} \right), \quad (2)$$

где $T_{ца}$ — время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

$T_{в}$ — ручного вспомогательное время, мин;

$K_{тв}$ — коэффициент ручного вспомогательного времени;

$a_{тех}$, $a_{орг}$, $a_{отл}$ — время на техническое, организационное обслуживание и на отдых и личные надобности, % от оперативного времени.

Время цикла автоматической работы станка по программе

$$T_{ца} = T_{оа} + T_{мв}, \quad (3)$$

где $T_{оа}$ — основное время автоматической работы станка по программе, мин;

$T_{мв}$ — машинное вспомогательное время, мин.

Основное время автоматической работы

$$T_{оа} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_{mi}}, \quad (4)$$

где L_i — длина пути, проходимого инструментом или деталью в направлении подачи при обработке i -го технологического участка с учётом врезания и перебега, мм;

S_{mi} — минутная подача на данном участке, мм/мин;

$i = 1, 2, 3, \dots$ — число технологических участков.

Машинно-вспомогательное время $T_{мв}$, связанное с переходом, включённое в программу и относящееся к автоматической вспомогательной работе станка, предусматривает: подвод детали или инструмента от исходной точки в зону обработки и отвод; установку инструмента на размер обработки; автоматическую смену инструмента; включение и выключение подачи; холостые ходы при переходе от обработки одних поверхностей к другим; технологические паузы, предусмотренные при резком изменении направления подачи, при проверке размеров, для осмотра инструмента и переустановки или повторном закреплении заготовки.

Машинно-вспомогательное время, связанное с переходом, определяется по паспортным данным станков и входит в качестве составляющих элементов во время автоматической работы станка.

Время выполнения ручной вспомогательной работы

$$T_{\text{в}} = T_{\text{в.уст}} + T_{\text{в.оп}} + T_{\text{в.изм}},$$

где $T_{\text{в.уст}}$ — вспомогательное время на установку и снятие детали;

$T_{\text{в.оп}}$ — вспомогательное время, связанное с выполнением операции;

$T_{\text{в.изм}}$ — вспомогательное время (неперекрываемое) на измерение.

Вспомогательное время на установку и снятие детали определяется по нормативам [2] вне зависимости от типов станков, также как и для обычных станков и зависит от вида применяемых приспособлений, способов установки, выверки и крепления заготовок.

Вспомогательное время, связанное с операцией $T_{\text{в.оп}}$ не вошедшее во время цикла автоматической работы станка по программе, предусматривает выполнение следующей работы: включить и выключить лентопротяжный механизм: установить заданное взаимное положение детали и инструмента по координатам, и в случае необходимости произвести повторную настройку; открыть и закрыть крышку лентопротяжного механизма, перемотать, заправить ленту в считывающее устройство; продвинуть перфоленту в исходное положение; проверить приход детали или инструмента в заданную точку после обработки; установить защитный щиток от брызг эмульсии и снять.

Необходимые размеры деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ, обеспечиваются в автоматическом цикле обработки.

В связи с этим время на контрольные измерения (после окончания работы по программе) $T_{\text{в.изм}}$, должно включаться в норму штучного времени только в том случае, если это предусмотрено технологическим процессом и с учётом необходимой периодичности таких измерений в процессе работы, и только в тех случаях, если оно не может быть перекрыто временем цикла автоматической работы станка по программе.

Норма времени на наладку станка представляется как время на приёмы подготовительно-заключительной работы на обработку партии одинаковых деталей (независимо от партии) и определяется по формуле

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{пз1}} + T_{\text{пз2}} + T_{\text{пр.обр}},$$

где $T_{\text{пз}}$ — норма времени на наладку и настройку станка, мин;

$T_{\text{пз1}}$ — норма времени на организационную подготовку, мин;

$T_{\text{пз2}}$ — норма времени на наладку станка, приспособления, инструмента, программных устройств, мин;

$T_{\text{пр.обр}}$ — норма времени на пробную обработку, мин.

Время на приёмы подготовительно-заключительной работы устанавливается в зависимости от вида и размерной группы оборудования, а также с учётом особенностей системы программного управления и подразделяется на время на организационную подготовку; на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств; на пробный рабочий ход по программе или пробную обработку детали.

Состав работы на организационную подготовку является общим для всех станков с ЧПУ независимо от их группы и модели. Время на организационную подготовку предусматривает:

получение наряда, чертежа, технологической документации, программного носителя, режущего, вспомогательного и контрольно-измерительного инструментов, приспособлений, заготовок до начала и сдачу их после окончания обработки партии деталей;

ознакомление с работой, чертежом, технологической документацией; осмотр заготовки;

инструктаж мастера.

При бригадной форме организации труда, когда производится междусменная передача обрабатываемых деталей, организационная подготовка учитывает только время на ознакомление с работой, чертежом, технической документацией, осмотр заготовок и инструктаж мастера.

В состав работы на наладку станка, инструмента и приспособлений включаются приёмы работы наладочного характера, зависящие от назначения станка и конструктивных особенностей:

установка и снятие крепёжного приспособления;

установка и снятие блока или отдельных режущих инструментов;

установка исходных режимов работы станка;

установка программного носителя в считывающее устройство и снятие его;

настройка нулевого положения инструмента или заготовки и др.

Время на пробную обработку деталей на станках токарных и револьверных групп включает затраты времени на обработку детали по программе плюс вспомогательное время на выполнение дополнительных приёмов, связанных с измерением детали, вычислением коррекции, введением величин коррекции в систему ЧПУ, и вспомогательное время на приёмы управления станком и системой ЧПУ.

Время на пробную обработку деталей на станках карусельных, фрезерных, расточных групп, на многоцелевых станках включает затраты времени на обработку деталей методом пробных стружек. К этому времени необходимо добавить вспомогательное время на выполнение дополнительных приёмов, связанных с измерением детали, вычислением величины коррекций, введением величин коррекций в систему ЧПУ, и вспомогательное время на приёмы управления станком и системой ЧПУ.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТОВ

Выбор стадии обработки, По [2] выбираются необходимые стадии обработки в зависимости от метода получения, точности заготовки и требуемой точности готового размера детали. Выполняется эскиз операции по всем стадиям обработки.

Выбор параметров инструмента

Выбираются режимы резани по [3].

Определение минутной подачи

Минутная подача рассчитывается по формуле

$$S_{\text{м}} = S_{\text{о}} \cdot n_{\text{ф}} \cdot \text{мм} / \text{мин.}$$

Результат оформить в виде таблицы 1.

Таблица 1 - Режимы резания

Элементы режима резания	Стадии обработки						
	черновая		Получис- товая		чистовая		От- дел
	№ поверхности						
	1	2	1	2	1	2	1
Глубина резания t , мм							
Табличная подача S_{om} , мм/об.							
Принятая подача S_0 , мм/об.							
Табличная скорость резания v_m , м/мин							
Скорректированная скорость резания V , м/мин							
Фактическая частота вращения Шпинделя n_f , об/мин							
Фактическая скорость резания V_f , м/мин							
Табличная мощность резания N_m , кВт							
Фактическая мощность резания N , кВт							
Минутная подача S_m , мм/мин							

Определение времени автоматической работы станка по программе

Расчёт времени автоматической работы станка по программе производится по формуле (3).

$$T_a = \sum T_{oa} + \sum T_m$$

Вспомогательные приемы работ выбирают из [9].

Результаты расчёта привести в форме таблицы 2 .

Таблица .2- Время автоматической работы станка по программе

Участок траектории или № позиции инструмента, устанавливаемого из предыдущего в рабочее положение	Приращение по оси Z, мм	Приращение по оси X, мм	Длина i-го участка траектории L_i , мм	Минутная подача на i-ом участке траектории мм/мин	Машино-вспом. время $T_{м.в}$, мин	Основ. время автом. работы станка по прог. $T_{о.а}$, мин
Инструм. № 2-№1	-	-	-	-	0,15	-
					$\sum T_{м.в}$	$\sum T_{о.а}$

Определение нормы штучного времени выполняется в следующем порядке:

Вспомогательное время на установку и снятие детали.

Время на закрепление и открепление детали в специальном приспособлении.

Вспомогательное время, связанное с операцией.

Вспомогательное время на контрольные измерения .

Суммарное вспомогательное время

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности.

Окончательная норма штучного времени

Определение нормы подготовительно-заключительного времени

Время на организационную подготовку .

Время на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств:

Время на пробную обработку определяется

Поправочный коэффициент, в зависимости от обрабатываемого материала

Итого подготовительно-заключительное время на партию деталей.

Общая норма времени ..

Контрольные вопросы

1. Из чего складывается норма штучно-калькуляционного времени в условиях серийного и единичного производства?
2. На что затрачивается подготовительно-заключительное время?
3. Что такое вспомогательное время, какие приемы работ оно предусматривает?
4. Что такое хронометраж, для чего он предназначен и как производится?

Список литературы

1. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. — М.: Экономика. 1990. — Ч. I. Нормативы времени. — 208 с.
2. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. — М.: Экономика, 1990. — Ч. II. Нормативы режимов резания. — 311 с.
3. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник: В 2-х т./А.Д. Локтев. И.Ф. Гуцин. В.А. Батуев и др. — М.: Машиностроение. 1991, Т.2. - 304 с.

Критерии оценки выполнения практических работ

Критерии оценки выполнения практических работ по дисциплине «Технология машиностроения» приведены в таблице 1.

Таблица 1. Критерии оценки выполнения практических работ по дисциплине «Технология машиностроения»

Вид оценивания	Технология оценивания	Критерии и шкала оценивания	
		1 балл	0 баллов

Работа на практическ их занятиях	Выполнение практических работ	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме	Лабораторные задания не выполнены и не оформлены
----------------------------------	-------------------------------	--	--