

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Горные машины»

Ю. И. Тарасов

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ И РЕМОНТА ГОРНЫХ МАШИН

Лабораторный практикум
для студентов специальностей
1-36 10 01 «Горные машины и оборудование (по направлениям)»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
высших учебных заведений Республики Беларусь по образованию
в области горнодобывающей промышленности*

Минск
БНТУ
2020

УДК 622:658.274(076.5)(075.8)

ББК 33.16я7

T19

Р е ц е н з е н т ы:

П. Ю. Бранцевич, А. Н. Орда

Тарасов, Ю. И.

T19 Технология машиностроения и ремонта горных машин : лабораторный практикум для студентов специальностей 1-36 10 01 «Горные машины и оборудование (по направлениям)» / Ю. И. Тарасов. – Минск: БНТУ, 2020. – 58 с.

ISBN 978-985-550-998-2.

В издании приведены описания лабораторных работ, теоретический материал, основные правила по технике безопасности, а также методика выполнения лабораторных работ и обработки полученных экспериментальных данных.

УДК 622:658.274(076.5)(075.8)

ББК 33.16я7

ISBN 978-985-550-998-2

© Тарасов Ю. И., 2020

© Белорусский национальный
технический университет, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	4
ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ	5
Лабораторная работа № 1. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ	7
Лабораторная работа № 2. РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ	12
Лабораторная работа № 3. ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ПРИ ОДНОИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОБАБОТКЕ	24
Лабораторная работа № 4. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ОПЕРАЦИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ	28
Лабораторная работа № 5. РАСЧЕТ ТОЧНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ	38
Лабораторная работа № 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ	41
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	47
Приложение «Технологический процесс механической обработки детали»	48

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторный практикум по курсу «Технология машиностроения» содержит шесть лабораторных работ и пример разработки технологического процесса механической обработки детали с оформлением маршрутной карты и операционных карт механической обработки.

Практикум охватывает комплекс вопросов, позволяющих уяснить основные положения курса: разработку технологических процессов механической обработки, определение режимов резания, статистический анализ точности, операцию механической обработки, определение геометрических параметров режущих инструментов.

Предусмотрено выполнение части необходимых расчетов с помощью вычислительной техники по программе.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Выполнение лабораторной работы начинается с внимательного изучения инструкции и методических указаний по данной работе, а также соответствующих разделов лекций и учебников по дисциплине «Технология машиностроения и ремонта горных машин».

Степень готовности студентов к выполнению работы устанавливается преподавателем путем контрольного опроса.

После ответов на контрольные вопросы и вопросы по технике безопасности студенты, получив разрешение преподавателя, приводят в действие лабораторную установку и приступают к необходимым измерениям и записям показаний приборов. При выполнении работы в оборудовании могут обнаружиться различные неисправности и неполадки. В таких случаях студент немедленно выключает установку и о замеченных неисправностях докладывает преподавателю.

Отчет о работе должен быть оформлен аккуратно, все схемы и графики выполнены четко. Результаты опытов и расчетов сводятся в таблицы. Построенные графики исследуемых зависимостей сопровождаются краткими выводами.

Студент обязан закончить отчет в лаборатории за время, отведенное для выполнения лабораторной работы.

Оформленный отчет по каждой работе студент предъявляет преподавателю и, при успешной защите работ в конце семестра, получает зачет или допуск к экзамену.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ

Условия работы в учебных лабораториях значительно отличаются от условий труда на промышленных предприятиях, где имеется стационарное оборудование с постоянно установленными ограждениями, предохранительными устройствами и другими мерами защиты.

Неосторожное поведение студентов в лаборатории, неправильное обращение с установками могут привести к несчастным случаям и порче оборудования.

При выполнении лабораторных работ студент обязан соблюдать следующие правила:

- входить и выходить из лаборатории можно только по разрешению преподавателя;
- перед началом работы необходимо ознакомиться с установкой и заданием;
- на рабочем месте должно быть только оборудование и принадлежности, относящиеся к выполняемой работе;
- разрешается проводить только ту работу, которая указана в графике выполнения работ;
- пуск и остановка любой установки производится только с разрешения и в присутствии преподавателя или лаборанта, ведущих занятия (перед включением установки необходимо предупредить всех участвующих в работе о начале проведения опытов);
- категорически запрещается оставлять без присмотра работающие установки;
- запрещается оставаться работать в лаборатории одному лицу (обязательное присутствие второго лица необходимо для оказания работающему помощи при несчастном случае);
- включать и выключать электропусковую аппаратуру можно только стоя на резиновом коврике;
- категорически запрещается открывать силовые шкафы, прикасаться к открытым контактам на лабораторных щитах, электродвигателях и т. п.;

– при работе на установках, имеющих движущиеся детали, необходимо быть особенно осторожным (не прикасаться к этим деталям и следить, чтобы на них не попадали края одежды);

– при возникновении каких-либо неясностей необходимо прекратить работу и обратиться за разъяснением к преподавателю или лаборанту;

– при обнаружении неисправностей и неполадок в работе оборудования необходимо немедленно выключить установку и доложить преподавателю;

– по окончании работы необходимо привести в порядок рабочее место.

После ознакомления с правилами работы в лаборатории студент расписывается в книге учета инструктажа по технике безопасности и несет полную ответственность за нарушение этих правил.

Лабораторная работа № 1

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

1. Цель работы

1.1. Ознакомиться с правилами разработки технологического процесса механической обработки.

1.2. Разработать маршрутный и операционный технологические процессы заданной детали.

1.3. Приобрести навыки в правильном оформлении технологической документации.

2. Основные правила по технике безопасности

2.1. Внимательно ознакомиться с заданием и лабораторным оборудованием, на котором предстоит выполнять работу.

2.2. Запрещается включать и выключать оборудование, работа на котором не разрешена преподавателем.

2.3. Не прикасаться к электрооборудованию, клеммам, электропроводам, не открывать дверцы электрошкафов.

3. Основные положения

Для получения готовой детали, полностью отвечающей требованиям рабочего чертежа и технических условий, необходима разработка технологического процесса. Данная разработка заключается в подробном описании операций, которым подвергается заготовка.

Работа ведется в следующей последовательности: сначала делают предварительный набросок технологического процесса, на последующих этапах он уточняется и детализируется на основе технологических расчетов. В результате создается вариант технологического процесса.

В период разработки приходится решать большое количество сложных и взаимосвязанных задач:

- анализ исходных данных;
- определение типа производства;
- выбор метода получения заготовки;
- выбор технологических баз;

- назначение маршрута обработки отдельных поверхностей;
- определение содержания и последовательности технологических операций;
- выбор типа оборудования, режущего инструмента, приспособлений и измерительного инструмента;
- расчет припусков на обработку, расчет промежуточных и исходных размеров заготовки;
- расчет режимов резания;
- техническое нормирование операций;
- оценка технико-экономических показателей процесса;
- определение квалификации рабочих;
- оформление технологической документации.

Технологический процесс механической обработки должен строиться с учетом возможности совершенствования и производства при развитии науки и техники в области технологии машиностроения.

Задача разработки технологического процесса характеризуется многовариантностью возможных решений. Поэтому, для данного типа производства, следует определить оптимальный вариант обработки по критериям наивысшей производительности и минимальной себестоимости.

При разработке необходимо использовать справочные, нормативные и вспомогательные материалы: таблицы экономической точности обработки, каталоги и паспорта станков, ГОСТы и нормали на режущий и измерительный инструменты, таблицы для расчета припусков, справочники по режимам резания и расчету технических норм.

3.1. Исходные данные

К исходным данным для разработки технологического процесса относятся:

- рабочий чертеж детали;
- чертеж заготовки (вид заготовки выбирается в соответствии с заданием);
- готовая программа выпуска;
- сведения о производственных условиях (наличии оборудования, транспортных средств и др.).

3.2. Технологический контроль чертежа детали

Рабочий чертеж детали необходимо тщательно изучить. Он должен содержать все необходимые сведения, т. е. все проекции, разре-

зы и сечения, дающие полное и однозначное представление о конфигурации детали и возможных методах получения заготовки, все необходимые размеры с допусками на них, требуемую шероховатость поверхностей, возможные отклонения от правильной геометрической формы и взаимного положения поверхностей.

Чертеж должен содержать данные о материалах, термической обработке, защитных покрытиях и массе детали.

3.3. Анализ технологичности конструкции

Вопросы технологичности детали рассматриваются с учетом возможности уменьшения трудоемкости, металлоемкости, выбора прогрессивного метода получения заготовки и применения высокопроизводительных способов механической обработки.

Улучшение технологичности конструкции детали позволяет повысить технико-экономические показатели разрабатываемого технологического процесса.

4. Оформление технологической документации

Разработанный технологический процесс необходимо оформить в виде следующих документов:

	Форма	ГОСТ
маршрутной карты:		
заглавный лист	3	3.1105-74
последующие листы	3а	3.1105-74
операционные карты механической обработки:		
заглавный лист	2	3.1404-74
последующие листы	1а	3.1404-74

Маршрутные карты содержат перечисление наименований операций в соответствии с технологической последовательностью. В них также имеются сведения о материале и применяемом оборудовании.

В операционной карте механической обработки содержатся данные о пооперационном изготовлении детали с указанием переходов, средств технического оснащения, режимов обработки и расчетных норм.

Для заполнения соответствующих граф в технологической документации следует использовать таблицу 1.1.

Таблица 1.1

Наименования графы	Содержание и пояснение	Примечание
«Наименование и марка материала»	В соответствии с чертежом	
«Масса детали»	Заполняется по технологическому классификатору	
«Код материала»		
«Код единицы величины» (массы)		
«Код заготовки»		
«Профиль и размеры»	Указывают вид выбранной заготовки	
«Количество деталей»	Количество деталей, получаемых из заготовки (прутка)	
«Единица нормирования»	Количество деталей, на которые установлена норма расхода материала	
«Норма расхода»	$L = l + 2t + h,$ <p>где L – расчетная длина детали, l – длина детали по чертежу, $2t$ – припуск по подрезу торцов с двух сторон, h – ширина отрезного резца, $N = M/L,$ <p>где N – норма расхода, M – масса заготовки (прутка)</p> </p>	
«Коэф. исп. материала»	$K = m/N,$ <p>где K – коэф. исп. мат., m – масса детали</p>	
«Номер операции»	Указывается тремя знаками: первая операция – 005 вторая операция – 010 и т. д.	
«Наименование и содержание операций»	Указывается код и наименование операции по классификатору	
«Обозначение документа»	по ГОСТ 3.1201-74	
«Оборудование»	Наименование и модель станка	
«Приспособление»	Указывается код и наименование по ГОСТу – для стандартных. Для нестандартных – наименование и слово «специальное»	

Наименования графы	Содержание и пояснение	Примечание
«Содержание перехода»	При наличии операционного эскиза применяется сокращенная форма записи с учетом условного обозначения конструктивных элементов обрабатываемой заготовки	
«Инструмент»	Указывается код и наименование по ГОСТу применяемого на данном переходе инструмента	

На операционном эскизе конфигурация заготовки должна соответствовать выполняемой операции и иметь все данные, необходимые для обработки. Режущий инструмент на эскизе не показывается.

5. Порядок выполнения работы

5.1. Провести анализ технологичности конструкции детали и технологический контроль чертежа детали.

5.2. Детально изучить проведенный в качестве аналога единичный технологический процесс.

5.3. Определить тип производства по заданной программе выпуска.

5.4. Выбрать технологические базы.

5.5. Разработать маршрутно-операционный технологический процесс механической обработки заданной детали:

- определить технологический маршрут обработки;
- установить последовательность технологических операций;
- определить содержание операций, выбрать оборудование и средства технологического оснащения;
- провести требуемые расчеты и закончить маршрутную карту;
- разработать одну технологическую операцию с перечислением переходов обработки;
- заполнить операционную карту.

5.6. Составить отчет о выполненной работе с обоснованием выбора баз, последовательности операций обработки, методов крепления и используемого оборудования.

Лабораторная работа № 2

РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ

1. Цель работы

1.1. Освоить расчетно-аналитический метод определения припусков.

1.2. Анализируя исходные данные, выбрать вариант механической обработки заданной поверхности.

1.3. Провести необходимые расчеты и контроль полученных результатов.

2. Основные правила по технике безопасности

2.1. Запрещается без разрешения преподавателя приводить в действие оборудование и другие установки.

2.2. В период проведения занятий необходимо выполнять только ту работу, которая поручена, запрещается проводить другие работы.

3. Основные положения

Припуск на механическую обработку – это слой металла, который удаляют для получения требуемой точности и качества обрабатываемой поверхности.

Различают промежуточный и общий припуски.

Промежуточный припуск – это слой металла, который удаляют при выполнении отдельного технологического перехода.

Общий припуск – это слой металла, который удаляют с заготовки на всех технологических переходах обработки данной поверхности.

Величина промежуточного припуска равна разности размеров заготовки, которые получены на предшествующем и выполняемом технологических переходах.

Величина общего припуска определяется как разность размеров заготовки и готовой детали по чертежу.

При обработке тел вращения припуски задают на диаметр, т. е. указывают удвоенное значение припуска:

при обработке наружных поверхностей вращения

$$2Z_0 = D_3 - D_d, \quad (2.1)$$

где Z_0 – общий припуск на обработку;

D_3 – диаметр исходной заготовки;

D_d – диаметр готовой детали.

Минимальный промежуточный припуск

$$2Z_{i \min} = D_{i-1 \min} - D_{i \min}, \quad (2.2)$$

где $D_{i-1 \min}$ – минимальный диаметр заготовки на предшествующем переходе;

$D_{i \min}$ – минимальный диаметр заготовки на выполняемом переходе.

При обработке внутренних поверхностей вращения

$$2Z_0 = D_d - D_3. \quad (2.3)$$

Минимальный промежуточный припуск

$$2Z_{i \min} = D_{i \max} - D_{i-1 \max}. \quad (2.4)$$

3.1. Расчетные формулы для определения припуска на механическую обработку

При параллельной обработке противоположных поверхностей

$$2Z_{i \min} = 2(R_{z i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i). \quad (2.5)$$

При последовательной обработке противоположных или отдельно расположенных поверхностей

$$Z_{\min} = R_{z i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i. \quad (2.6)$$

При обработке наружных и внутренних поверхностей вращения

$$2Z_{\min} = 2\left(R_{z i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right). \quad (2.7)$$

При обтачивании цилиндрической поверхности заготовки, установленной в центрах

$$2Z_{\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1}), \quad (2.8)$$

где $R_{z_{i-1}}$ – высота микронеровностей, полученная на предшествующем переходе;

T_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя в результате выполнения предшествующего перехода;

ρ_{i-1} – суммарное значение пространственных отклонений на предшествующем переходе.

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Погрешность установки ε_y на выполняемом переходе для однопозиционной обработки определяется из формулы

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (2.9)$$

где ε_6 – погрешность базирования, которая возникает при несовмещении установочной и технологических баз;

ε_3 – погрешность закрепления, которая возникает в результате смещения обрабатываемых поверхностей заготовок от действия зажимной силы.

Для первого технологического перехода при обработке черновых заготовок всех видов и при выдерживании размера от черновой базы допуск следует принимать не табличный, а рассчитанный по формуле

$$\bar{\sigma} = \frac{\bar{\sigma}_{\text{заг}} + \bar{\sigma}_{\text{обр}}}{2}, \quad (2.10)$$

где $\bar{\sigma}_{\text{заг}}$ – допуск на размер черновой заготовки;

$\bar{\sigma}_{\text{обр}}$ – допуск по качеству соответствующего метода обработки.

Таблица 2.1

Варианты механической обработки наружных поверхностей

Варианты	Квалитеты			Шероховатость поверхности
	10...8	8...7	7...6	
1	2	3	4	5
1	Обтачивание однократное			R_z 40
2	Обтачивание предварительное		Обтачивание чистовое	R_z 20
3	Обтачивание однократное		Шлифование однократное	2,5 1,25
4	–	Обтачивание предварительное и чистовое. Шлифование		1,25
5		–	Обтачивание, предварительное, чистовое и тонкое	0,63
6		–	Обтачивание однократное. Шлифование предварительное и чистовое	0,63
7		–	Обтачивание предварительное и чистовое. Шлифование предварительное и чистовое	0,63

4. Правила расчета и заполнения таблицы припусков на обработку и промежуточных предельных размеров по технологическим переходам

4.1. В соответствии с выбранным вариантом механической обработки (табл. 2.1) необходимые технологические переходы следует занести в графу 1 (табл. 2.2).

4.2. Пользуясь справочными данными, определить элементы припуска для каждого перехода и записать в графы 2, 3, 4 и 5.

4.3. Согласно виду обработки, по расчетной формуле путем суммирования и удваивания элементов припуска, определить минимальный расчетный припуск на обрабатываемый диаметр (графа 6).

Таблица 2.2

**Расчет припусков на обработку поверхности $\varnothing 40 h6 (-0,016)$
и предельных размеров по технологическим
переходам обработки детали**

Технологические переходы обработки поверхности $\varnothing 40 h6$	Элементы припуска, мм				Расчет припуска $2Z_{min}$, мкм	Расчет размера d , мм	Допуск δ , мм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припуска, мм	
	R_{i-1}	T_{i-1}	ρ_{i-1}	ξ				d_{min}	d_{max}	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка	150	250	1590			44,726	2,4	44,7	47,1		
Точение: предварительное чистовое	50 30	50 30	95 64	– –	2·1990 2·195	40,746 40,356	0,390 0,160	40,75 40,36	41,14 40,52	3,95 0,39	5,96 0,62
Шлифование: предварительное чистовое	10 5	20 15	32 –	– –	2·124 2·62	40,108 39,984	0,062 0,016	40,108 39,984	40,17 40,0	0,252 0,124	0,35 0,17
Итого:					2·2371					4,716	7,10

4.4. Последовательность заполнения графы 7:

а) для последнего перехода записать наименьший предельный размер по чертежу;

б) определить расчетные наименьшие размеры по переходам (начиная с последнего) путем прибавления к наименьшему предельному размеру после чистового шлифования соответствующих значений расчетных припусков, записанных в графе 6.

4.5. В зависимости от качества точности обработки, получаемого на каждом технологическом переходе, заполнить графу 8 (допуски на промежуточные размеры).

4.6. Заполнить графу 9 путем округления данных графы 7 в сторону увеличения расчетных размеров до того же знака, с которым дан соответствующий допуск на выполняемом переходе.

4.7. Заполнить графу 10 путем прибавления к округленному наименьшему предельному размеру заготовки соответствующего допуска на промежуточный размер.

4.8. Записать предельные значения припусков в графу 11 (разность наименьших предельных размеров) и графу 12 (разность наибольших предельных размеров), указанных соответственно в графах 9 и 10.

4.9. Определить общие припуски $Z_{0\min}$ и $Z_{0\max}$ путем суммирования промежуточных припусков на обработку и записать их значения внизу соответствующих граф.

4.10. Пример расчетов

Необходимо рассчитать припуски на обработку и промежуточные предельные размеры по технологическим переходам на обработку поверхности $\varnothing 40 h6 (-0,016)$ вала первичного (рис. 2.1).

Заготовка – штамповка на ГKM повышенной точности. Материал заготовки – сталь 45. Масса поковки 2,7 кГ.

Исходя из необходимой точности и шероховатости обрабатываемой поверхности по табл. 2.1 выбираем технологический маршрут обработки, который состоит из точения и шлифования (предварительного и чистового).

В данном случае, при обработке, установку детали следует производить по предварительно подготовленным в торцах детали центровым отверстиям (обработка в центрах).

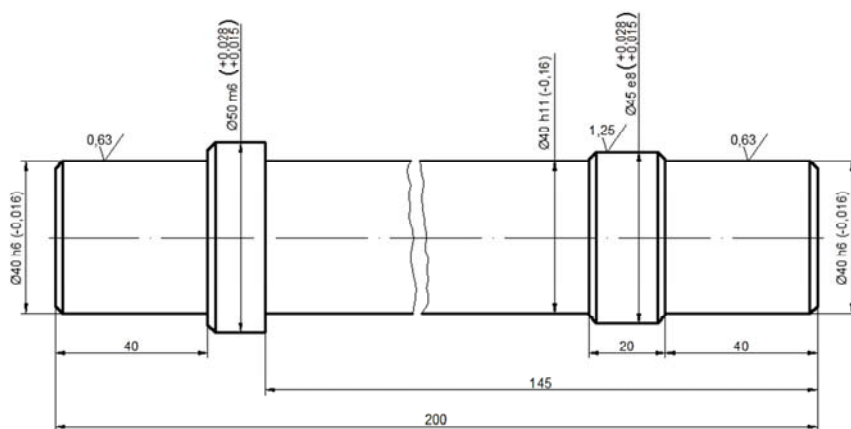


Рис. 2.1. Вал первичный

При обработке детали в центрах, погрешность установки в радиальном направлении равна нулю. Поэтому она исключается из основной формулы для расчета минимального припуска.

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки данного вида рассчитывается по формуле

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2}, \quad (2.11)$$

где $\rho_{\text{см}}$ – смещение базовых поверхностей;

$\rho_{\text{кор}}$ – наибольшая кривизна заготовки;

$\rho_{\text{ц}}$ – погрешность центровки.

$$\rho_{\text{см}} = 1,0 \text{ мм}; \quad \rho_{\text{кор}} = \Delta k l = 1,5 \cdot 100 = 1,5 \text{ мм},$$

где Δk – удельная кривизна заготовки (мкм) на 1 мм длины.

$$\rho_{\text{ц}} = \sqrt{\left(\frac{\delta_3}{2}\right)^2 + 0,25^2} = \sqrt{\left(\frac{2,4}{2}\right)^2 + 0,25^2} = 1,23 \text{ мм},$$

где δ_3 – допуск на размер базовой поверхности заготовки, которая используется при фрезеровании торцов и центровании отверстий.

Допуск на размер после штамповки берем из чертежа исходной заготовки ($\delta_3 = 2,4$).

$$\rho_3 = \sqrt{1,0^2 + 0,15^2 + 1,23^2} = \sqrt{2,5354} = 1,59 \text{ мм} = 1590 \text{ мкм}.$$

Для определения величин остаточной пространственной погрешности после выполненных переходов механической обработки можно использовать формулу:

$$\rho_{\text{ост}} = k_y \cdot \rho_{\text{заг}}, \quad (2.12)$$

где k_y – коэффициент уточнения формы для соответствующего перехода.

Тогда, после точения предварительного

$$\rho_{\text{точ.пр.}} = 0,06 \cdot \rho_{\text{заг}} = 0,06 \cdot 1590 = 95 \text{ мкм};$$

после точения чистового

$$\rho_{\text{точ.чист.}} = 0,04 \cdot \rho_{\text{заг}} = 0,04 \cdot 1590 = 64 \text{ мкм};$$

после шлифования предварительного

$$\rho_{\text{шлиф.пр.}} = 0,02 \cdot \rho_{\text{заг}} = 0,02 \cdot 1590 = 32 \text{ мкм.}$$

Минимальные значения припусков рассчитываются по формуле

$$2Z_{i \min} = 2(R_{z i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1}). \quad (2.13)$$

Минимальный припуск на диаметр:
для точения предварительного

$$2Z_{\min} = 2(150 + 250 + 1590) = 2,1990 \text{ мкм};$$

для точения чистового

$$2Z_{\min} = 2(50 + 50 + 95) = 2,195 \text{ мкм};$$

для шлифования предварительного

$$2Z_{\min} = 2(30 + 30 + 63) = 2,124 \text{ мкм};$$

для шлифования чистового

$$2Z_{\min} = 2(10 + 20 + 32) = 2,62 \text{ мкм.}$$

Определяются расчетные размеры по технологическим переходам обработки:

шлифование чистовое – 39,984 мм;

шлифование предварительное

$$39,984 + 0,124 = 40,108 \text{ мм};$$

точение чистовое

$$40,108 + 0,248 = 40,356 \text{ мкм};$$

точение предварительное

$$40,356 + 0,39 = 40,746 \text{ мкм};$$

заготовка

$$40,746 + 3,980 = 44,726 \text{ мм.}$$

После определения наименьших предельных размеров рассчитываются наибольшие предельные размеры:

шлифование чистовое

$$39,984 + 1,016 = 40,0 \text{ мм};$$

шлифование предварительное

$$40,108 + 0,062 = 40,17 \text{ мм};$$

точечное чистовое

$$40,36 + 0,16 = 40,52 \text{ мм};$$

точение предварительное

$$40,75 + 0,39 = 41,14 \text{ мм};$$

заготовка

$$44,7 + 2,4 = 47,1 \text{ мм.}$$

Определяются предварительные значения припусков:

шлифование чистовое

$$2Z_{\min} = 40,108 - 39,984 = 0,124 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max} = 40,17 - 40,0 = 0,17 \text{ мм};$$

шлифование предварительное

$$2Z_{\min} = 40,36 - 40,108 = 0,252 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max} = 40,52 - 40,17 = 0,35 \text{ мм};$$

точение чистовое

$$2Z_{\min} = 40,75 - 40,36 = 0,39 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max} = 41,14 - 40,52 = 0,62 \text{ мм};$$

точение предварительное

$$2Z_{\min} = 44,7 - 40,75 = 3,95 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max} = 47,1 - 41,14 = 5,96 \text{ мм}.$$

Рассчитываются общие припуски:

$$Z_{0 \min} = 3,95 + 0,39 + 0,252 + 0,124 = 4,716 \text{ мм};$$

$$Z_{0 \max} = 5,96 + 0,62 + 0,35 + 0,17 = 7,10 \text{ мм}.$$

Проверяется правильность произведенных расчетов:

$$2Z_{i \max} - 2Z_{i \min} = \delta_{i-1} - \delta_i$$

$$0,17 - 0,124 = 0,046 \text{ мм} \quad 0,062 - 0,016 = 0,046 \text{ мм};$$

$$2Z_{0 \max} - 2Z_{0 \min} = \delta_3 - \delta_d$$

$$7,10 - 4,716 = 2,384 \text{ мм} \quad 2,4 - 0,016 = 2,384 \text{ мм}.$$

Полученные результаты расчетов соответствующим образом записываются в табл. 2.2.

На рис. 2.2 представлена схема графического расположения припусков и допусков, построенная на основании выполненных расчетов.

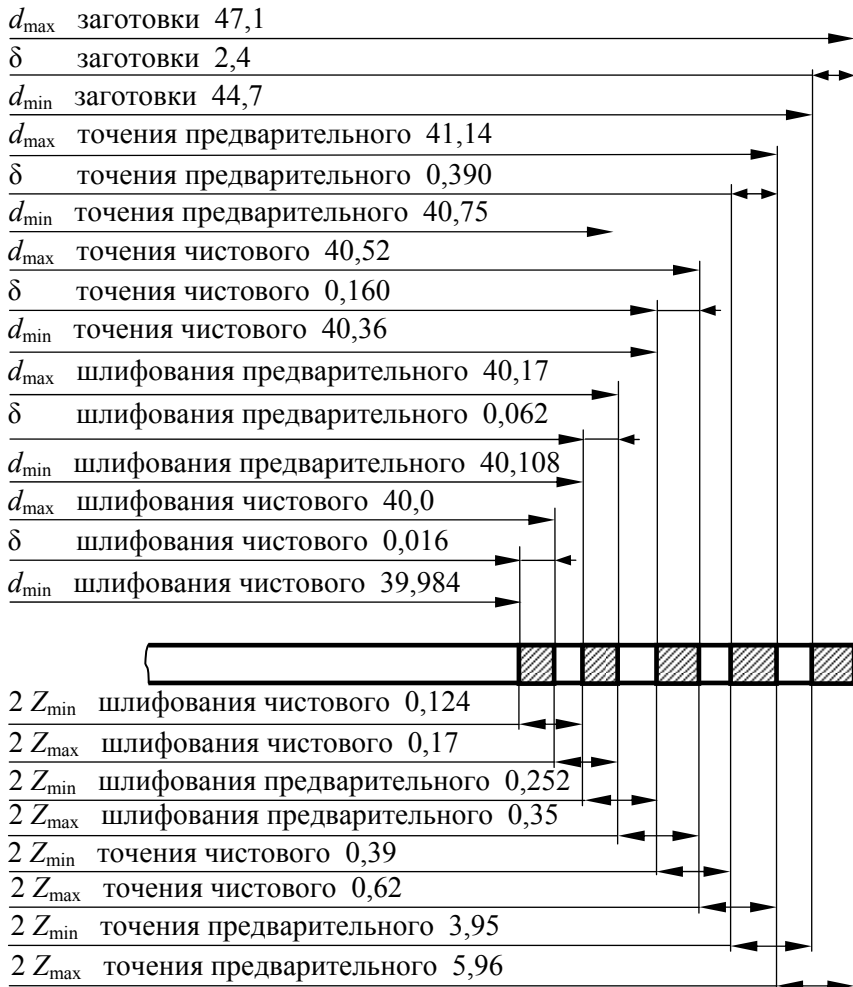


Рис. 2.2. Схема графического расположения припусков и допусков на обработку поверхности $\varnothing 40h6 (-0,016)$

5. Порядок выполнения работы

5.1. Выбрать вариант механической обработки заданной поверхности по табл. 2.1.

5.2. Записать технологические переходы обработки в расчетную таблицу (графа 1 табл. 2.2).

5.3. Пользуясь справочными данными, определить значения составляющих припуска и рассчитать по соответствующим формулам значения припусков на каждом технологическом переходе.

5.4. Установить значения промежуточных допусков для каждого вида механической обработки.

5.5. Определить величины расчетных и предельных размеров по переходам технологического процесса.

5.6. Провести расчет предельных значений припусков по всем переходам и определить суммарное их значение.

5.7. По полученным результатам построить схему графического расположения припусков и допусков.

5.8. Провести отчет о выполненной работе и дать анализ полученных результатов.

Лабораторная работа № 3

ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ПРИ ОДНОИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОБАБОТКЕ

1. Цель работы

1.1. Практическое освоение методов технического нормирования станочных работ.

1.2. Приобретение навыков в расчете элементов режимов резания и основного времени.

2. Правила техники безопасности

2.1. Запрещается включать без разрешения преподавателя какие-либо станки, установки и стенды.

2.2. При выполнении работы на станке всем студентам стоять справа у задней бабки.

2.3. Уборку стружки со станка производить осторожно, в рукавицах, с помощью щетки.

3. Основные положения

3.1. *Определение режимов резания при одноинструментальной обработке*

Расчет режимов резания и основного времени рекомендуется производить с помощью соответствующих справочных материалов.

При одноинструментальной обработке на токарных станках расчет состоит из следующих этапов:

1. Расчет длины рабочего хода суппорта $L_{р.х}$;
2. Определение глубины резания и числа проходов;
3. Назначение подачи на оборот шпинделя S_0 ;
4. Определение стойкости инструмента;
5. Расчет скорости резания;
6. Проверка выбранных режимов по мощности станка;
7. Расчет основного машинного времени обработки T_0 .

3.2. *Порядок расчета и заполнения соответствующих граф в операционной карте технической обработки при определении режимов обработки*

Для заполнения соответствующих граф в технологической документации следует использовать табл. 3.1.

Таблица 3.1

Наименование графы	Содержание и пояснение	Примечание
1	2	3
	При заполнении указанных ниже граф необходимо пользоваться операционными эскизами	
Расчетные размеры «Диаметр, ширина»	При обработке наружных поверхностей указывается величина \varnothing обработки При обработке внутренних поверхностей (расточивание – после обработки)	
«Длина»	$L_{p.x} = l + l_1 + l_2,$ <p>где l – длина резания; l_1 – длина на врезание; l_2 – на перебег.</p> 	
t и i	<p>Величины l_1 и l_2 – назначаются по справочнику в зависимости от φ и t. Определяются предварительными расчетами согласно разработанному техпроцессу. В графу t записывается величина на сторону на последнем проходе. Сначала по справочнику в зависимости от глубины резания и обрабатываемого материала назначается $S_{он}$ (радиус при вершине угла 0,5). Затем по паспорту станка принимается ближайшее меньшее значение $S_{о пр}$.</p>	

1	2	3
(ϑ)	$\vartheta = \vartheta_n \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3.$ <p>Величина ϑ_n – выбирается по таблице в зависимости от обрабатываемого материала и материала инструмента</p>	
	<p>Коэффициенты k_1; k_2; k_3 – назначаются по справочнику.</p> <p>Получаемая величина ϑ применяется в дальнейших расчетах и в графу операционной карты не заносится</p>	
n	<p>Расчетная величина n определяется по формуле:</p> $n = \frac{1000 \cdot \vartheta}{\pi \cdot D_{\max}}$ <p>Затем по паспорту станка находится ближайшее значение $n_{\text{пр}}$</p>	
ϑ	<p>Рассчитывается величина ϑ по формуле</p> $\vartheta_{\text{пр}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{пр}}}{1000}.$ <p>Полученный результат записывается в соответствующую графу операционной карты механической обработки</p>	
T_o	<p>Рассчитывается по формуле</p> $T_o = \frac{L_{p.x}}{n_{\text{пр}} \cdot S_{o \text{ пр}}} = \frac{L_{p.x}}{S_{\text{м(пр)}}$	

При черновой токарной обработке принятую по нормативам величину $S_{o \text{ пр}}$ следует проверить по осевым силам резания, допускаемым прочностью механизма подачи станка и прочностью державки резца.

Усиление резания, допускаемое прочностью механизма подачи станка, указано в его паспорте.

1) Для токарного станка 1К62 $Px' = 3600$ Н.

2) Для токарного револьверного RN60 $Px' = 4100$ Н.

Рассчитывается сила P'_z по найденной силе Px' .

$$P'_z = (0,3 \div 0,4) \cdot Px'. \quad (3.1)$$

Усилие резания, допускаемое прочностью державки резца, определяется по формуле

$$P''_z < \frac{B \cdot H^2 \cdot [\sigma]_{и}}{6 \cdot l}, \quad (3.2)$$

где B – ширина резца (мм);

H – высота резца (мм);

$[\sigma]_{и}$ – допустимое напряжение изгиба;

$[\sigma]_{и}$ – 200 Мпа;

l – вылет резца из резцедержателя.

Мощность резания рассчитывается принятой по нормативам силе P

$$N_{рез} = \frac{P_k \cdot \vartheta_{пр}}{61200}. \quad (3.3)$$

Проверка по мощности станка

$$N_{рез} \leq 1,2 N_{дв} \cdot \eta, \quad (3.4)$$

где $N_{дв}$ – мощность двигателя привода главного движения;

η – к.п.д. станка.

4. Порядок выполнения работы

4.1. Ознакомиться с правилами расчета и заполнения соответствующих граф в операционной карте механической обработки.

4.2. Для указанных преподавателем переходов подобрать режимы резания и произвести необходимые расчеты.

4.3. Заполнить операционные карты техпроцесса.

4.4. Оформить отчет по работе.

Лабораторная работа № 4

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ОПЕРАЦИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

1. Цель работы

1.1. Практически освоить методику статистического исследования точности операций механической обработки, погрешности параметров, качество которых подчиняется закону нормального распределения.

1.2. Проверить гипотезу о законе распределения точности штифтов, обрабатываемых на бесцентрово-шлифовальном станке при постоянной накладке режущих инструментов. Исследуемым параметром является диаметр штифтов.

1.3. Определить показатели точности технологической операции бесцентрового шлифования.

2. Правила техники безопасности

2.1. Запрещается пользоваться неисправным инструментом.

2.2. Измерения, производимые для лабораторной работы, выполнять только под руководством преподавателя или лаборанта.

3. Основные положения

Под точностью изготовления детали в технологии машиностроения понимается степень соответствия ее всем требованиям рабочего чертежа, технических условий и стандартов. Чем больше это соответствие, тем выше точность изготовления. Действительные отклонения параметров реальной детали от заданных их номинальных значений называют *погрешностью изготовления*.

Разность предельных отклонений рассматриваемого параметра называется *допуском*. Задача технологии машиностроения состоит в том, чтобы при изготовлении детали ее погрешность не выходила за пределы допуска.

В общем случае точность детали характеризуется:

1) допускаемыми отклонениями ее действительных размеров от номинальных;

2) допускаемыми отклонениями от геометрической формы детали или ее отдельных элементов;

3) допускаемыми отклонениями поверхностей детали от их взаимного расположения или расположения относительно базы.

Самостоятельным критерием является оценка точности детали по шероховатости поверхности.

В настоящее время известны три метода расчета точности механической обработки:

1) вероятностно-статистический;

2) расчетно-аналитический;

3) расчетно-статистический.

Наиболее универсальным и широко распространенным является вероятностно-статистический метод определения точности механической обработки, сборки, контрольных и других операций. Этот метод позволяет произвести учет и анализ влияния большого количества случайных и систематических величин на качество выполняемых работ.

Применительно к оценке точности механической обработки, этот метод основан на проведении замеров интересующего нас размера шкальным мерительным инструментом (вид инструмента определяется необходимой точностью измерений), с последующим построением кривых распределения и математической обработкой полученных результатов.

4. Методические указания и порядок выполнения работы

Исследование точности механической обработки бесцентрового шлифования производится путем измерения выборки штифтов, обработанных на одном станке за межнастроечный период (или часть периода). При этом влияние систематических, закономерно изменяющихся погрешностей (например, износ инструмента), предполагается минимальным и практически им можно пренебречь.

Многочисленными исследованиями установлено, что случайные величины или погрешности, на которые оказывает влияние большое число не связанных друг с другом равновероятных факторов подчиняются закону нормального распределения (закон Гаусса). При механической обработке деталей к таким факторам можно отнести колебания твердости деталей, величины припуска, температурных

деформаций, погрешности базирования и закрепления партии заготовок и т. п., обрабатываемых на настроенном станке.

Дифференциальная функция закона имеет вид

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x_i - \bar{x})^2}{2\sigma^2}}, \quad (4.1)$$

где $x_i (x_1, x_2, \dots, x_n)$ – значения аргумента, соответствующего результатам измерений в данном эксперименте диаметру штифтов;

\bar{x} – среднее арифметическое (математическое ожидание) значения аргумента;

n – количество деталей в партии;

σ – среднее квадратическое отклонение размера.

В работе предусматривается определение показателей точности для диаметра штифта. Измерение этого диаметра производится при помощи микрометра с пределами измерений $0 \div 25$ мм по ГОСТу.

Количество деталей в выборке – 50–200 шт.

Среднестатистическое отклонение размера определяют по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x_{\text{ср}})^2}, \quad (4.2)$$

где n – количество деталей в партии, шт.;

x_i – диаметр штифта при данном измерении, мм;

$x_{\text{ср}}$ – средний диаметр штифта в партии, мм.

Поле проведенных вычислений можно приступить к построению кривых распределения экспериментальной и теоретической. Под кривой распределения случайных погрешностей понимается зависимость между величиной погрешности и частотой ее появления, или зависимость между размером и частотой его появления.

Проанализировав данные измерений, можно установить, что наибольшее значение измеренного размера составляет 10,05 мм, а наименьше – 10,00 мм. Всего имеется 6 различных размеров, включая указанные крайние.

Обработку данных измерений для вычисления статистических характеристик удобно вести в форме таблиц.

В табл. 4.1 приведен пример измерений диаметра партии штифтов из 60 шт., полученных на бесцентрово-шлифовальном станке, и порядок математической обработки результатов измерений.

Заполнение таблицы проводится постепенно по мере проведения измерений и не требует дополнительных пояснений.

В первой графе таблицы записывают границы интервалов, в которые попадают измеренные размеры. Для того, чтобы значения размеров ряда не попадали на граничные значения интервалов, целесообразно числовые значения границ интервалов устанавливать с точностью на один знак больше после запятой, чем цена деления используемого измерительного средства. Например, для значения 10,05 мм, границы интервала устанавливают от 10,045 до 10,055 мм.

В приведенном примере число интервалов невелико и соответствует количеству размеров ряда, т. е. 6. Если же число размеров в ряду измеряемых величин значительно больше, чем в примере (например, более 15), то весь диапазон исследуемых размеров целесообразно разбить на интервалы, в которых будет сгруппированы по два и более размера.

Таблица 4.1

Результаты измерений диаметра штифтов, обработанных на бесцентрово-шлифовальном станке, и результаты статистической обработки данных измерений

№ п/п	$x_i = \emptyset$ штиффта, мм	$x_i - x_{cp}$ мм	$(x_i - x_{cp})^2$ мм	№ п/п	$x_i = \emptyset$ штиффта, мм	$x_i - x_{cp}$ мм	$(x_i - x_{cp})^2$ мм
1.	10,00	-0,0255	0,00065	31.	10,03	0,0045	0,00002
2.	10,03	0,0045	0,00002	32.	10,03	0,0045	0,00002
3.	10,01	-0,0155	0,00024	33.	10,04	0,0145	0,00021
4.	10,02	-0,0055	0,00003	34.	10,01	-0,0155	0,00024
5.	10,03	0,0045	0,00002	35.	10,05	0,0245	0,00060
6.	10,03	0,0045	0,00002	36.	10,00	-0,0255	0,00065
7.	10,01	-0,0155	0,00024	37.	10,04	0,0145	0,00021
8.	10,05	0,0245	0,00060	38.	10,02	-0,0055	0,00003

№ п/п	$x_i = \emptyset$ штифта, мм	$x_i - x_{cp}$ мм	$(x_i - x_{cp})^2$ мм	№ п/п	$x_i = \emptyset$ штифта, мм	$x_i - x_{cp}$ мм	$(x_i - x_{cp})^2$ мм
9.	10,04	0,0145	0,00021	39.	10,03	0,0045	0,00002
10.	10,04	0,0145	0,00021	40.	10,04	0,0145	0,00021
11.	10,03	0,0045	0,00002	41.	10,02	-0,0055	0,00003
12.	10,02	-0,0055	0,00003	42.	10,02	-0,0055	0,00003
13.	10,04	0,0145	0,00021	43.	10,03	0,0045	0,00002
14.	10,02	-0,0055	0,00003	44.	10,03	0,0045	0,00002
15.	10,05	0,0245	0,00060	45.	10,01	-0,0155	0,00024
16.	10,02	-0,0055	0,00003	46.	10,03	0,0045	0,00002
17.	10,03	0,0045	0,00002	47.	10,02	-0,0055	0,00003
18.	10,01	-0,0155	0,00024	48.	10,04	0,0145	0,00021
19.	10,01	-0,0155	0,00024	49.	10,02	-0,0055	0,00003
20.	10,04	0,0145	0,00021	50.	10,03	0,0045	0,00002
21.	10,03	0,0045	0,00002	51.	10,01	-0,0155	0,00024
22.	10,03	0,0045	0,00002	52.	10,00	-0,0255	0,00065
23.	10,04	0,0145	0,00021	53.	10,02	-0,0055	0,00003
24.	10,01	-0,0155	0,00024	54.	10,03	0,0045	0,00002
25.	10,01	-0,0155	0,00024	55.	10,01	-0,0155	0,00024
26.	10,02	-0,0055	0,00003	56.	10,02	-0,0055	0,00003
27.	10,02	-0,0055	0,00003	57.	10,02	-0,0055	0,00003
28.	10,05	0,0245	0,00060	58.	10,03	0,0045	0,00002
29.	10,02	-0,0055	0,00003	59.	10,03	0,0045	0,00002
30.	10,02	-0,0055	0,00003	60.	10,04	0,0145	0,00021

$$x_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = 10,0255;$$

$$\sum_{i=1}^n (x_i - x_{cp})^2 = 0,00967.$$

Вторая графа заполняется исходя из данных табл. 1. При ее просмотре в графе 2 табл. 2 делается отметка в виде черточки в той же строке интервала, в которой попадает данный размер. Комбинация из пяти черточек вида в какой-либо строке означает пять деталей.

Таблица 4.2

Подсчет эмпирических и теоретических
частот нормального распределения

Интервал x	Подсчет частот	m_i	f_i	t	$\Phi(t)$	$F(x)$	f'	f' с округ- лением
9,995– 10,005	□	3	5	-1,6141	-0,446	0,05	5,0	5
10,005– 10,015	▣ ▣	0	16,7	-0,8258	-0,296	0,206	15,6	15
10,015– 10,025	▣ ▣ ▣	6	26,7	-0,039	-0,016	0,484	27,8	28
10,025– 10,035	▣ ▣ ▣ ▣	7	28,3	0,748	0,274	0,774	29,0	29
10,035– 10,045	▣ ▣	0	16,7	1,535	0,439	0,939	16,5	17
10,045– 10,055	□	4	6,6	2,323	0,49	0,99	5,1	5
	60	0	100				-100	100

Абсолютные значения частот записываются в каждой строке третьей графы табл. 2, в относительные значения частот, выраженные в % в четвертой графе этой же таблицы

$$f_i = \frac{m_i}{n} \cdot 100 \%, \quad (4.3)$$

где f_i – относительная частота появления размера, %

m_i – абсолютная частота появления размера, шт.

n – число деталей в партии, шт.

Полученные данные используются для построения эмпирического полигона распределения. Для этого по оси абсцисс откладываются в некотором масштабе диаметры штифтов или пределы интервалов, а по оси ординат соответствующие им относительные частоты. Точки на графике соединяются прямыми.

Далее необходимо сопоставить эмпирическое распределение, которое принято предположительно как нормальное с теоретическим.

Для построения кривой нормального распределения необходимо подсчитать теоретические частоты нормального распределения при помощи функции Лапласа $\Phi(t)$ путем дальнейшего заполнения графа табл. 4.2.

Значения t вычисляются по формуле

$$t = \frac{x_{\text{нб}} - x_{\text{ср}}}{\sigma}, \quad (4.4)$$

где $x_{\text{нб}}$ – наибольшее или верхнее значение данного интервала;

$x_{\text{ср}}$ и σ – ранее вычисленные средние значения диаметра штифта и среднее квадратическое отклонение.

Затем по найденному t с помощью интеграла Лапласа (по спец. табл.) определяют значения $\Phi(t)$, а по $\Phi(t)$ для каждого вала определяют интегральную функцию

$$F(x) = 0,5 + \Phi(t). \quad (4.5)$$

По величине $F(t)$ определяют теоретическую частоту по формуле

$$f'_i = [F(x)_i - F(x)_{i-1}] \cdot 100. \quad (4.6)$$

Для первого интервала в примере

$$f'_1 = F(x)_1 = 0,05 \cdot 100 = 5.$$

Для второго интервала

$$f'_2 = [F(x)_2 - F(x)_1] = (0,206 - 0,05) \cdot 100 = 15,6 \text{ и т. д.}$$

Все вычисленные значения записываются в соответствующие графы табл. 4.2. В последней графе записываются теоретические частоты с округлением до целых чисел, а на графике (рис. 4.1) в тех же координатах строится теоретическое распределение.

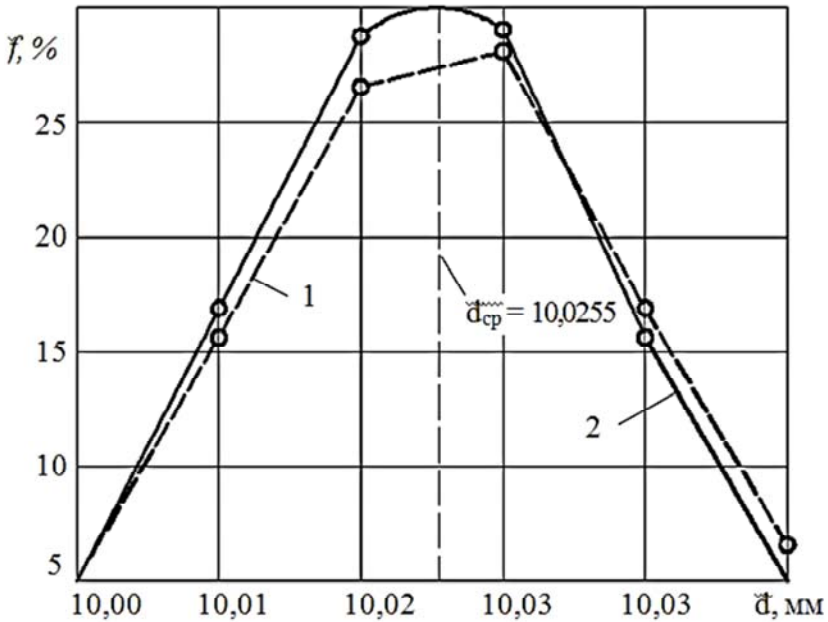


Рис. 4.1. Эмпирический полигон (1) и теоретическая кривая нормального распределения (2)

Построенная таким образом кривая нормального распределения дает приблизительное представление о близости эмпирического распределения к теоретическому.

Для более точного количественного сопоставления эмпирического и теоретического распределения используется критерий согласия Пирсона χ^2 .

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^m \frac{(f_i - f'_i)^2}{f'_i}, \quad (4.7)$$

где m – число сравниваемых частот;

f_i – эмпирическая частота i -го интервала;

f'_i – теоретическая частота i -го интервала.

Таблица 4.3

Вычисление критерия Пирсона

f_i	f_i' с округлением	$ f_i - f_i' $	$(f_i - f_i')^2$	$\frac{(f_i - f_i')^2}{f_i'}$
5	5	0	0	0
16,7	17	1,7	2,89	0,192
26,7	29	2,3	3,29	0,182
28,3	28	0,7	0,49	0,017
16,7	17	0,3	0,09	0,005
6,6	7	1,6	2,56	0,512
$\chi^2 = 0,908$				

Графы первая и вторая табл. 4.3 заполняются на основании данных табл. 4.2. Если же частоты в отдельных интервалах меньше пяти, то они объединяются с соседними интервалами.

Далее необходимо вычислить число степеней свободы.

$$K = m - p - 1, \quad (4.9)$$

где m – число сравнительных частот (в нашем примере – 6);

p – число параметров теоретического распределения (для закона нормального распределения $p = 2$).

Для данного примера $K = 6 - 2 - 1 = 3$.

Для быстрой ориентации при помощи критерия χ^2 можно воспользоваться определением величины

$$A = \frac{|x^2 - K|}{\sqrt{2K}} = \frac{2,092}{\sqrt{6}} = \frac{2,092}{2,45} = 0,854. \quad (4.9)$$

Если $A < 3$, то гипотеза о соответствии эмпирического и теоретического распределения принимается, а при $A \geq 3$ – отвергается, т. е. в данном случае эмпирическое распределение соответствует нормальному закону.

Известно, что технологическое поле допуска δ_T , принимается для нормального закона распределения равным

$$\delta_T = 6\sigma. \quad (4.10)$$

Это обеспечивает вероятность получения годных деталей в пределах 99,73 %.

В данном случае $\delta_T = 6 \cdot 0,0127 = 0,0762$ мм.

Вычислив технологическое поле допуска δ_T , его можно сопоставить с допуском Δ , заданным по условию лабораторной работы.

Показатель точности технологической операции определяется по формуле

$$K_p = \frac{6\sigma}{\Delta} \quad (4.11)$$

Если $K_p = 0,75 - 0,85$, то точность процесса считается удовлетворительной, при больших его значениях точность считается неудовлетворительной.

Лабораторная работа № 5

РАСЧЕТ ТОЧНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

1. Цель работы

1.1. Приобретение практических навыков составления блок-схем и использования подпрограмм одного уровня.

1.2. Выполнение технологических расчетов на ПК.

1.3. Проведение сравнения точности вычислений, выполненных обычным порядком и с использованием вычислительной машины.

2. Правила техники безопасности

2.1. Перед пуском вычислительного устройства проверить наличие и исправность заземления.

2.2. Включение устройства произвести только с разрешения преподавателя.

2.3. При сбое в работе устройства, его необходимо отсоединить от сети и сообщить об этом преподавателю.

3. Основные положения

Для выполнения вычислений на ПК необходимо дополнить табл. 2 (лаб. работа № 4) следующими графами:

- значениями y_i , которые соответствуют середине интегралов;
- вспомогательной величиной

$$y'_i = (y_i - y_0) / h, \quad (5.1)$$

где y_0 – новое начало отсчета, за которое обычно принимается середина интервала, имеющего наибольшую частоту.

В данном случае $y_0 = 10,33$; $h = 0,01$ – величина интервала.

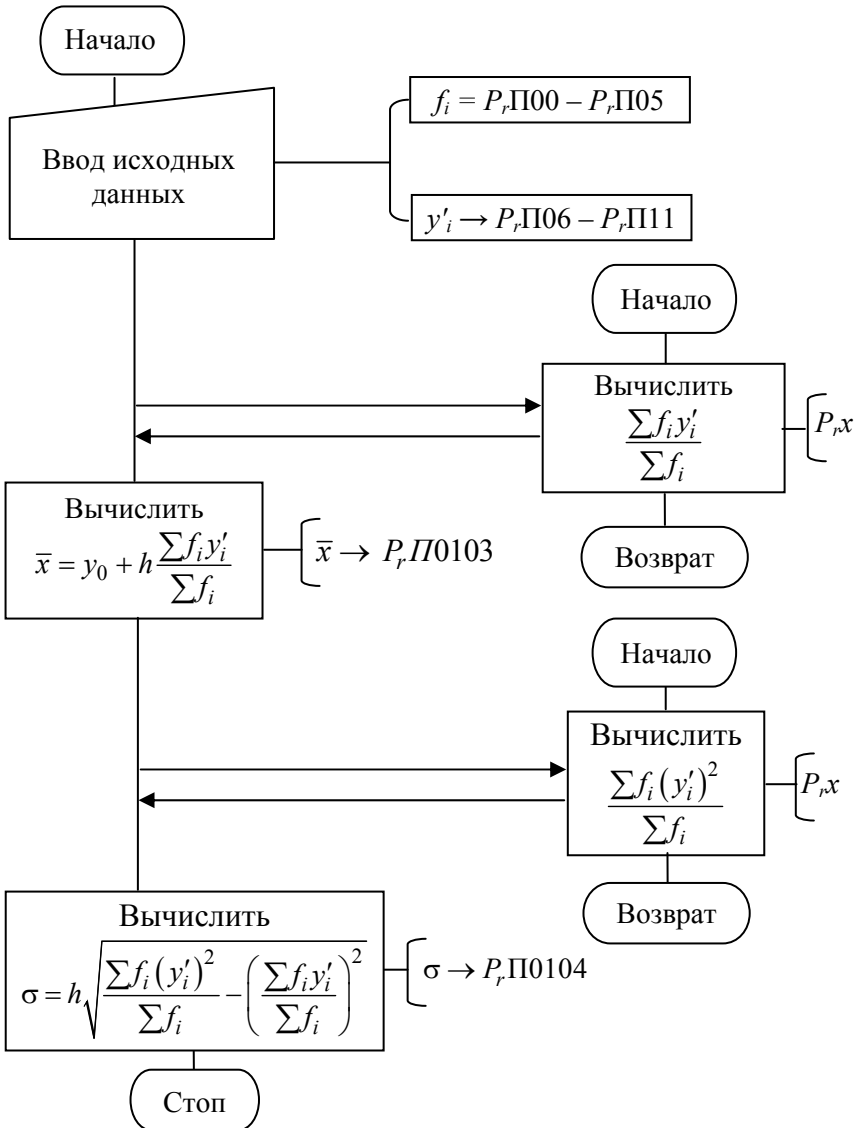
Среднее значение может быть определено по формуле

$$\bar{x} = y_0 + h \frac{\sum f_i y'_i}{\sum f_i}. \quad (5.2)$$

Блок-схема алгоритма

Основная программа

Подпрограмма



Среднее квадратичное отклонение вычисляется из выражения

$$\sigma = h \sqrt{\frac{\sum f_i (y'_i)^2}{\sum f_i} - \left(\frac{\sum f_i y'_i}{\sum f_i} \right)^2}. \quad (5.3)$$

Таблица 5.1

y_i	$y_i - y_0$	y'_i	f
10,00	-0,03	-3	5
10,01	-0,02	-2	16,7
10,02	-0,01	-1	26,7
10,03	0	0	28,3
10,04	0,01	1	16,7
10,05	0,02	2	6,6

Программа для подсчета среднего значения

$$\bar{x} = y_0 + h \frac{\sum f_i y'_i}{\sum f_i} \quad (5.4)$$

и среднего квадратичного отклонения

$$\sigma = h \sqrt{\frac{\sum f_i (y'_i)^2}{\sum f_i} - \left(\frac{\sum f_i y'_i}{\sum f_i} \right)^2}. \quad (5.5)$$

4. Порядок выполнения работы

4.1. Пользуясь данными табл. 4.2 (лаб. работа № 4), заполнить вспомогательную таблицу 4.1 и вычислить среднее значение и среднее квадратическое отклонение по программе на ПК.

4.2. Определить теоретические частоты кривой нормального распределения и построить на одном графике эмпирический полигон и кривую нормального распределения.

4.3. Используя команды условной передачи управления программой, вычислить критерий Пирсона χ^2 и сделать вывод о соответствии эмпирического и теоретического распределений.

4.4. Вычислить показатель точности и сделать вывод о проделанной работе.

Лабораторная работа № 6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ

1. Цель работы

1.1. Рассмотреть основные части, элементы и их назначение у некоторых видов режущих инструментов.

1.2. Изучить геометрические характеристики и правила эксплуатации токарных резцов.

1.3. Ознакомиться с устройством и принципом работы универсального угломера.

1.4. Провести замеры геометрических параметров и сделать заключение о качестве заточки некоторых типов резцов.

2. Основные положения

2.1. *Конструктивные элементы режущих инструментов и поверхности обработки*

Обработка резанием – это технологический процесс, осуществляемый для придания заготовке необходимой формы, размеров и качества путем последовательного удаления слоя металла (припуска).

Обработка резанием может производиться различными видами режущих инструментов (рис. 6.1): резцами (а); сверлами (б); фрезами (в); протяжками (г).

Несмотря на конструктивные различия, они имеют общие элементы, и в каждом может быть выделен режущий клин, посредствам которого происходит срезание припуска.

Режущий инструмент является одной из составных частей технологической системы СПИД (станок-приспособление-инструмент-деталь).

Принимая за основу понятия и определения геометрических параметров токарного резца, можно переходить к изучению геометрии более сложных режущих инструментов.

Движения, которые осуществляет токарный станок, и поверхности на обрабатываемой заготовке при наружном тчении, а также

координатные плоскости для определения геометрических параметров, показаны на рис. 6.2.

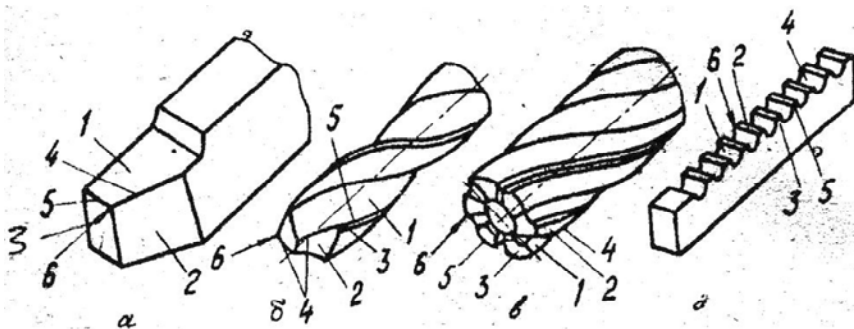


Рис. 6.1. Виды режущих инструментов:

- 1 – передняя поверхность; 2 – главная задняя поверхность;
- 3 – вспомогательная задняя поверхность; 4 – главная режущая кромка;
- 5 – вспомогательная режущая кромка; 6 – вершина

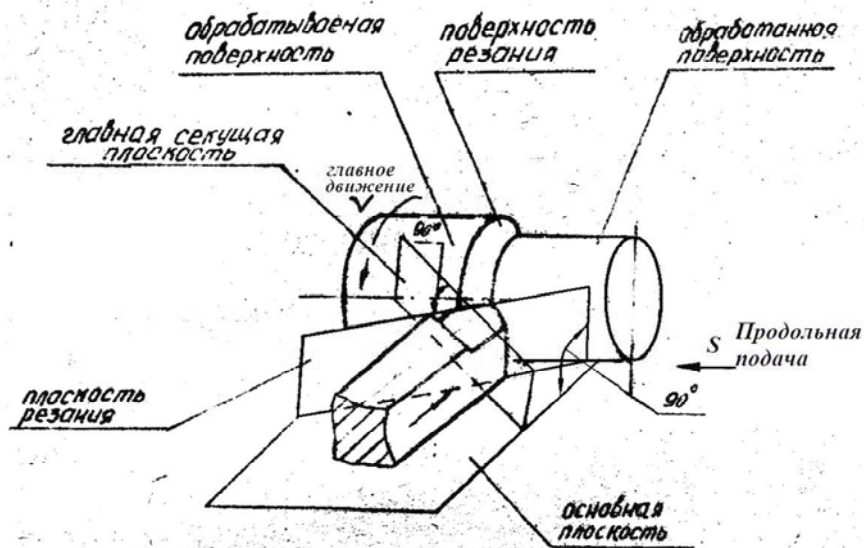


Рис. 6.2. Координатные плоскости и движения, производимые на станке

Главное движение – это вращательное движение заготовки.

Вспомогательное движение – это поступательное перемещение резца – продольная подача (при наружном течении) и поперечная подача (при подрезании и отрезании).

Основная плоскость – плоскость, в которой совершается движение подачи резца.

Плоскость резания – плоскость, касательная к поверхности резания и проходящая через главную режущую кромку. Если резец установлен по центру заготовки, то эта плоскость перпендикулярна основной плоскости.

Главная секущая плоскость – плоскость, перпендикулярная плоскости резания и проходящая через главную режущую кромку.

2.2. Геометрические параметры резца

Главные углы резца в статике, определяющие режущий клин, измеряются в главной секущей плоскости (рис. 6.3).

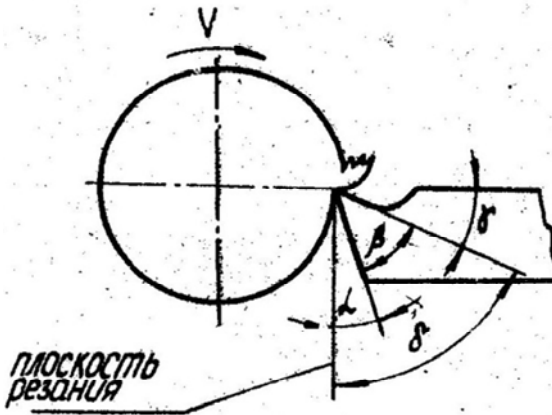


Рис. 6.3. Главные углы резца:

α – главный заданный угол; γ – передний угол; β – угол заострения;
 δ – угол резания

Различают также углы резца в плане (рис. 6.4).

Важное значение имеет угол наклона главной режущей кромки

λ – угол между главной режущей кромкой и прямой, проходящей через вершину резца параллельно основной плоскости.

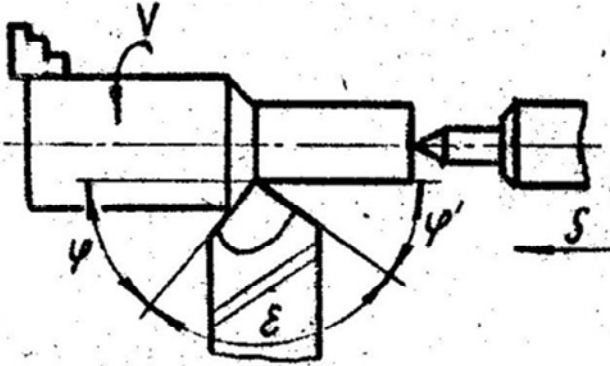


Рис. 6.4. Углы реза в плане:
 φ – главный угол в плане; φ' – вспомогательный угол в плане;
 ε – угол при вершине

Влияние угла λ на направление схода стружки показано на рис. 6.5.

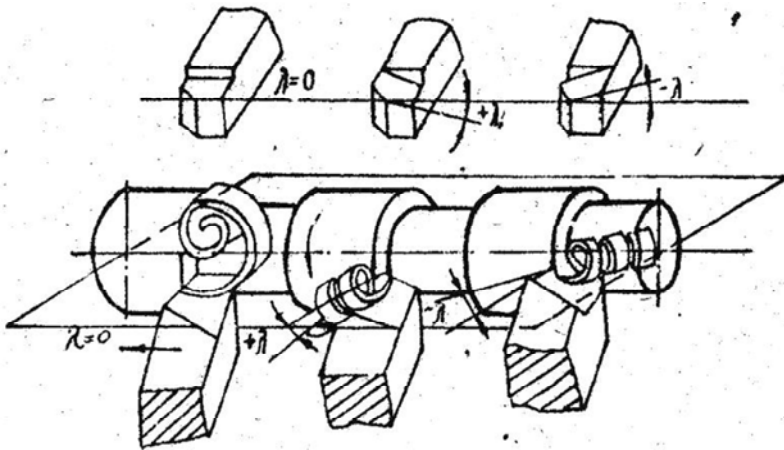
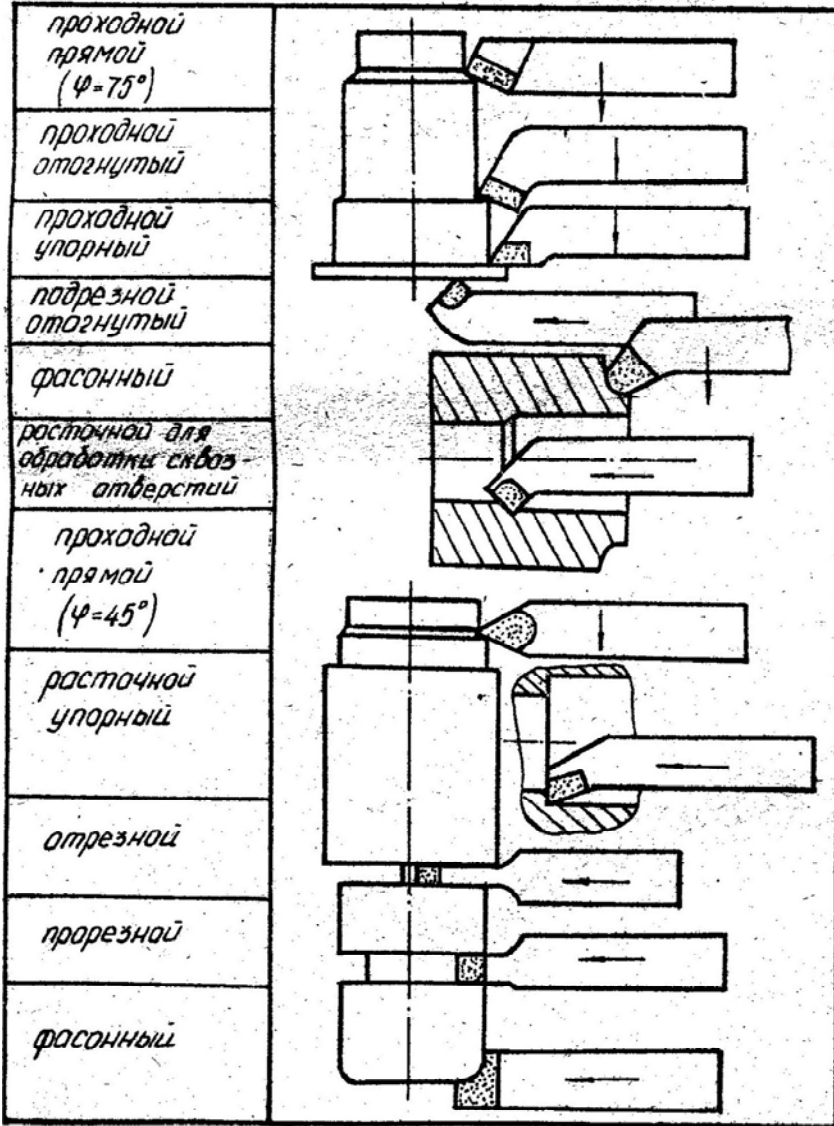


Рис. 6.5. Углы наклона главной режущей кромки

Разделение резцов на типы производится в зависимости от выполненных ими работ (табл. 6.1).

Таблица 6.1

Типы резцов с пластинками из твердого сплава



Контроль геометрических параметров резца может осуществляться с помощью шаблонов, специальных угломеров для резцов, а также универсальным угломером (рис. 6.6).

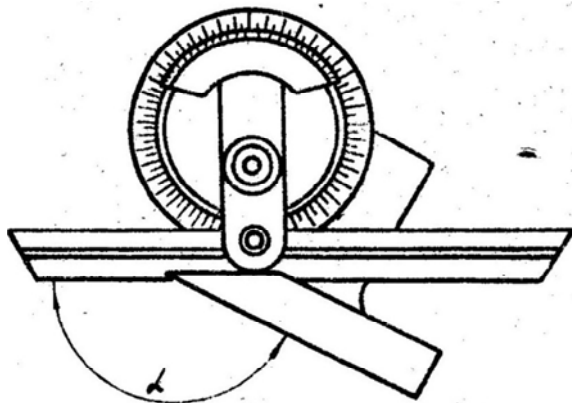


Рис. 6.6. Универсальный угломер

3. Порядок выполнения работы

3.1. Изучить конструктивные элементы и геометрические параметры некоторых типов токарных резцов.

3.2. Ознакомиться с устройством универсального угломера и подготовить его к работе.

3.3. Произвести замеры главных углов резцов и результаты записать в таблицу.

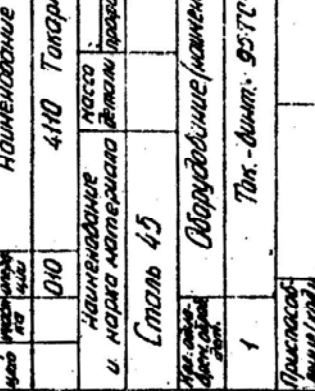
3.4. Пользуясь справочными данными, сделать заключение о качестве заточки токарных резцов.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Корсаков, В. С. Основы технологии машиностроения. – М.: Высшая школа, 1974, – 335 с.
2. Егоров, М. Е. Технология машиностроения. – М.: Высшая школа, 1976, – 534 с.
3. Кован и др. Основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 1977, – 416 с.
4. Балахшин, Б. С. Основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 1969, – 559 с.
5. Ящерицын, П. И. Основы технологии механической обработки и сборки в машиностроении. – Мн.: Высшая школа, 1974, – 607 с.
6. Барановский, Ю. В. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский. – М.: Машиностроение, 1972, – 407 с.
7. Денежный П. М., Стискин Г. М., Тхор И. Е. Токарное дело. – М.: Высшая школа, 1979 – 195 с.
8. Барбашов, Ф. А. Фрезерное дело. – М.: Высшая школа, 1973, – 275 с.

номер наряда	Содержание перелома	Спецификация (наименование)			размеры длины ширины		Рекомендации			
		диаметр в дюймах	резуцции	измерительный	длина	ширина	г	с	v	
3	Сварить перелом отб. ф 20 ^{ф33} на глубину 115	2300-0776 Стерло	резец	8133-0934 Пробка	20	18	1	10,224	560	32
4	Расточить отб. 7 на глубину 10	2143-0005 Резец Т15К6		8133-2169 Пробка						
		70СТ18879-73		70СТ14810-69	27,5	14,5	18	20,16	1600	138
				ШЦ-125-0,1						
				70СТ166-80						
5	Точить по- верность 4 в размер 6	2101-0003 Резец Т15К6		8113-0130 Скоба						
		70СТ18879-73		70СТ18362-73						
6	Точить по- верность 3 на L=5	2101-0003 Резец Т15К6		8113-0140 Скоба						
		70СТ18879-73		70СТ18362-73						

номер версии	Содержание перехода	Инструменты (тип и наименование)		Измерительный инструмент	Размер высота, длина ширина	Режим обработки								
		Автоматический	ручной			Л	Г	С	П	У				
7	Точить фаску 5		2101-0003 Резец Т15Н6 ГОСТ 18879-73	ШЦ-1-125-01 ГОСТ 166-80										
8	Притупить ост- рые кромки Q2		2101-0003 Резец Т15Н6 ГОСТ 18879-73											
9	Отрезать деталь в размер 2		2131-0001 Резец Т15Н6 ГОСТ 18879-73	8102-2150 Скоба ГОСТ 18362-73										
10	Деталь ую - жить в торе	Торо	0279-4313-79											
		Мониторинг ОТК -	Выборочный											
		Изм. Исполн. № докум. Подпись	Дата	Изм. Исполн. № докум. Подпись	Дата	Изм. Исполн. № докум. Подпись	Дата	Изм. Исполн. № докум. Подпись	Дата					

БНУ кадр. Горное машины	Операционная карта технической обработки 29(N)	Машинка	О	Наименование операции	
		4110 Токарная		Заготовка	
	<p>• размер для справок</p>	Тол. - лист. 9572-1		Оборудование (наименование, модель)	
	<p>• размер для справок</p>			<p>Приспособ- ление (код и наимено- вание)</p>	<p>Одностани- онный</p>
	<p>• размер для справок</p>			<p>Специальная</p>	<p>Эмульсия</p>
	<p>• размер для справок</p>			<p>Размер диаметр</p>	<p>Режим обработки</p>
1	<p>• размер для справок</p>		1	<p>измерительный штанг</p>	V
2	<p>• размер для справок</p>			<p>2100-0011</p>	
	<p>• размер для справок</p>			<p>Разрез Т15К6</p>	
	<p>• размер для справок</p>			<p>РСТ 18378-73</p>	
	<p>• размер для справок</p>			<p>Размер</p>	<p>Толщина 10,0</p>
	<p>• размер для справок</p>			<p>Размер</p>	
	<p>• размер для справок</p>			<p>Размер</p>	
	<p>• размер для справок</p>			<p>Размер</p>	
	<p>• размер для справок</p>			<p>Размер</p>	

№ контрольного периода	Содержание периода	Инструмент (код и наименование)			Размеры		Режим обработки						
		Балочный	режущий	измерительный	Высота	Глубина	Z	S	n	V			
3	Постоянно канавки шириной 3, диаметр жидкой размазал 4 и 1		2128-2012 Резец Т5К6 ГОСТ 18878-75 (с переточкой)	8144-2002 Изотрамер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80									
4	Притупить острые кромки 0,2		2826-0034 Надринил ГОСТ 1513-77										
5	Снять детали, положить в ящик	Тара	ГОСТ 3-4313-79										
	Ящик	Контроль ОТК - выборочный											

Изм. Лист № документа Подл. код Дата Изм. Лист № документа Подпись Дата Изм. Лист № документа Подпись Дата

БНТУ кафедр. "Горные машины"	Операционная карта механической обработки		Литера	
№ 20			Наименование операции 4120 Сверлильная	
1	Сверление и марки материала Сталь 45	Эскиз детали и ее элементов		
1	Сверление (наименование, модель)	Сверл. - сверл. 2Н112		
1	Сверление (наименование, модель)	Сверл. - сверл. 2Н112		
1	Сверление (наименование, модель)	Сверл. - сверл. 2Н112		
1	Сверление (наименование, модель)	Сверл. - сверл. 2Н112		
1	Сверление (наименование, модель)	Сверл. - сверл. 2Н112		
1	Сверление (наименование, модель)	Сверл. - сверл. 2Н112		
1	Сверление (наименование, модель)	Сверл. - сверл. 2Н112		
1	Сверление (наименование, модель)	Сверл. - сверл. 2Н112		
1	Сверление (наименование, модель)	Сверл. - сверл. 2Н112		
1	Сверление (наименование, модель)	Сверл. - сверл. 2Н112		
1	Сверление (наименование, модель)	Сверл. - сверл. 2Н112		
1	Сверление (наименование, модель)	Сверл. - сверл. 2Н112		
1	Сверление (наименование, модель)	Сверл. - сверл. 2Н112		

№ п/п	Содержание передела	Центрумента (№№ и наименования)			Абсу размера		Решити абзаганти				
		влагачагательный	режущий	измерительный	длина	ширина	l	S	п	V	
2	Сверлить чатъ 1		2300 - 0657 Сверло	8133-2012 Пробка							
			ГОСТ 4010-77	ГОСТ 4810-69							
3	Снять деталь, уложить в тару	Тара									
		ГОСТ 3-4313-79									
		Контроль ОТК - Быворочный									

БНТУ кодиф. "горные кошкины"		1465.10.00.017			60140.00006						
Операционная карта механической обработки		Крышка						Миллер			
		Наименование операции									
		4120 Сверлильная									
Материал детали		020		4120 Сверлильная							
Наименование и марка материала		Сталь 45		Масса детали		Заготовкой					
Примечание		Оборудование: (наименование, модель)									
1		Верт.-сверл. 2Н112									
* Размер для справок		Инструмент (над и наименование)			Подтачка			Режим обработки			
		вспомогательный		режущий		диаметр дюйма		t	S P V		
Содержание перехода											
1 Установить деталь											
30 Артепиль											
		Разраб.			Тарасов Ю.И.						
		Проф.									
		Упр.									
Изм.дет. № докум. Правильность		Дата		Исполст. № докум.		Подпись		Деталь		Н.контр	

Учебное издание

ТАРАСОВ Юрий Иванович

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ И РЕМОНТА ГОРНЫХ МАШИН

Лабораторный практикум
для студентов специальностей
1-36 10 01 «Горные машины и оборудование (по направлениям)»

Редактор *Е. О. Германович*
Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 12.02.2020. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 3,43. Уч.-изд. л. 2,68. Тираж 100. Заказ 251.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.

