

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»  
в г. Петровске

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала СГТУ

имени Гагарина Ю.А. в г.Петровске

Е.А.Бешапошникова  
«30» июня 2023 г.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

по дисциплине  
ОП.05 «Процессы формообразования и инструменты»

специальности  
15.02.16 «Технология машиностроения»

Методические указания рассмотрены  
на заседании предметной (цикловой) комиссии  
общепрофессиональных дисциплин,  
профессиональных модулей специальностей  
технического профиля  
«14» июня 2023 года, протокол № 12

Председатель ПЦК  /Лескина Т.А./

Петровск 2023

Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы дисциплины ОП.05 Процессы формообразования и инструменты в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 15.02.16 ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ, утвержденного приказом Министерства просвещения РФ № 444 от 14.06.2022г.

Разработчик: Власова Л.И. - преподаватель Филиала СГТУ имени Гагарина Ю.А. в г.Петровске

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка
2. Указания по выполнению лабораторных работ
3. Критерии оценки
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение лабораторных работ

## 1. Пояснительная записка

Дисциплина «Процессы формообразования и инструменты» изучает методы получения и обработки заготовок. Каждый технологический метод может быть реализован только при наличии соответствующего оборудования, инструментов и приспособления. В настоящее время существует большое разнообразие технологических методов обработки заготовок. К ним относятся обработка металлов давлением, обработка резанием, физико-химическая обработка, сварка и др. Обработка резанием, несмотря на то, что в среднем 20% металла превращается в стружку, является одним из основных методов обработки в машиностроении, позволяющих получить высокоточные изделия.

Представленный комплекс лабораторных работ включает лабораторные работы по изучению конструкции, геометрических параметров и методов их контроля резцов, сверл, разверток и фрез, так как эти инструменты наиболее распространены в механических и ремонтных цехах.

Методические указания включает порядок выполнения работ с указанием источника для определения искомого параметра, задания по вариантам, а так же необходимые справочные материалы, которые способствуют активизации работы студентов.

Выполнение обучающимися лабораторных занятий проводится с целью:

- формирования практических умений в соответствии с требованиями к уровню подготовки обучающихся, установленными рабочей программой дисциплины по конкретным разделам/ темам дисциплины;

- обобщения, систематизации, углубления, закрепления полученных теоретических знаний;

- совершенствования умений применять полученные знания на практике, реализации единства интеллектуальной и практической деятельности;

- развития интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;

- выработки таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива при решении поставленных задач при освоении общих компетенций.

В результате освоения дисциплины формируются следующие профессиональные (ПК) и общие (ОК) компетенции:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и

личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях;

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.1. Использовать конструкторскую и технологическую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей машин.

ПК 1.2. Выбирать метод получения заготовок с учетом условий производства.

ПК 1.3. Выбирать методы механической обработки и последовательность технологического процесса обработки деталей машин в машиностроительном производстве.

ПК 1.4. Выбирать схемы базирования заготовок, оборудование, инструмент и оснастку для изготовления деталей машин.

ПК 1.5. Выполнять расчеты параметров механической обработки изготовления деталей машин, в т.ч. с применением систем автоматизированного проектирования.

ПК 1.6. Разрабатывать технологическую документацию по изготовлению деталей машин, в т.ч. с применением систем автоматизированного проектирования.

Наименование темы	Объем часов	Наименование, № практического задания	Виды работ	Формируемые результаты освоения
Тема 6.3. Расчет и табличное определение режимов резания при зубонарезании	6	Лабораторные занятия: 1. Заточка дисковых и пальцевых модульных фрез. Заточка червячных фрез на специальных станках 2. Заточка (перешлифовка) шеверов. Заточка зубострогальных резцов. 3. Заточка сборных фрез (головок) для нарезания конических колес	Выполнение лабораторной работы	ОК.01 ОК.02 ОК.03 ОК.09 ПК 1.1 ПК 1.2 ПК 1.3 ПК 1.4 ПК 1.5 ПК 1.6
Всего	6			

## 2. Указания по выполнению лабораторных работ

Лабораторное занятие должно проводиться в учебных лабораториях или специально оборудованных помещениях (площадках, полигонах и т.п.).

В соответствии с требованиями ФГОС СПО 15.02.16 Технология машиностроения реализация ППСЗ должна обеспечивать выполнение обучающимися лабораторных занятий, включая как обязательный компонент *лабораторные занятия*.

Выполнению лабораторных занятий предшествует проверка знаний обучающихся - их теоретической готовности к выполнению задания.

Лабораторные занятия могут носить репродуктивный, частично-поисковый и поисковый характер.

Работы, носящие *репродуктивный характер*, отличаются тем, что при их проведении обучающиеся пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировки), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Работы, носящие *частично-поисковый характер*, отличаются тем, что при их проведении обучающиеся не пользуются подробными инструкциями, им не дан порядок выполнения необходимых действий, и они требуют от обучающихся самостоятельного подбора оборудования, выбора способов выполнения работы в инструктивной и справочной литературе и др.

Работы, носящие *поисковый характер*, характеризуются тем, что обучающиеся, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания, должны решить новую для них проблему.

При планировании практических занятий необходимо находить оптимальное соотношение репродуктивных, частично-поисковых и поисковых работ, чтобы обеспечить высокий уровень интеллектуальной деятельности.

Для повышения эффективности проведения лабораторных занятий рекомендуется:

- разработка сборников задач, заданий и упражнений;
- разработка контрольно-диагностических материалов для контроля за подготовленностью обучающихся к лабораторным занятиям, в том числе в форме педагогических тестовых материалов для автоматизированного контроля;
- подчинение методики проведения лабораторных занятий ведущим дидактическим целям с соответствующими установками обучающимся;

## Лабораторная работа 1

**Тема: Заточка дисковых и пальцевых модульных фрез. Заточка червячных фрез на специальных станках. Заточка сборных фрез (головок) для нарезания конических колес.**

### **Цель работы:**

1. Изучение износа металлорежущих инструментов, методов заточки инструмента, абразивных материалов и инструментов, используемых при заточке;
2. Освоение методики выбора техпроцесса заточки, заточных станков, абразивного инструмента и режимов заточки металлорежущего инструмента;
3. Получение практических навыков заточки и доводки токарных резцов.

### **Необходимый объем теоретической подготовки.**

1. Износ режущих инструментов
2. Зависимость между скоростью резания и стойкостью инструмента
3. Абразивные инструменты
4. Заточные станки
5. Методы заточки режущего инструмента

### **Дополнительные вопросы.**

1. Инструментальные материалы
2. Смазывающе-охлаждающие жидкости.

### **Содержание и порядок выполнения работы**

1. Получить у преподавателя заготовку токарного резца и исходные данные для заточки.
2. Выбрать по справочным данным, приведенным в методическом указании, характеристики абразивных кругов, режимы черновой и чистовой заточки и доводки резца. Данные занести в таблицу результатов (таблица.1) в графу I.
3. Произвести настройку заточных станков. Черновую заточку резца выполнять на станке 3Б634, чистовую - на станках 3Б642 и 8Е642Е в трехповоротных тисках, доводку на станке 3Б632В. Фактические характеристики абразивных кругов и режимы затачивания занести в графы 11 таблицы 1.
4. Произвести заточку резца. В процессе заточки производить методический контроль затачиваемых углов с помощью угломера и при необходимости корректировать настройку станков.

### **Износ режущих инструментов**

В процессе резания возникает интенсивное трение между инструментом и обрабатываемой заготовкой. Под действием сил трения происходит истирание и выкрашивание частиц поверхностного слоя режущих частей инструмента, т.е. его износ. В зоне резания действуют высокие давления и температуры, в результате чего интенсивность износа режущей части инструмента значительно выше интенсивности износа деталей машин.

Физическая картина процесса износа при резании очень сложна. В зоне резания имеет место несколько видов (механизмов) износа. Основным видом является абразивно-механический износ. Абразивно-механический износ происходит в результате срезания и уноса микроскопических объемов материала инструмента твердыми структурными составляющими обрабатываемого металла.

При высоких давлениях и температурах соизмеримым по действию оказывается адгезионный (молекулярный) износ, выражающийся в схватывании

(сваривании) материала инструмента с материалом заготовки и вырыванием отдельных частиц материала инструмента.

При резании возникает два интенсивных очага трения - трение стружки о переднюю поверхность резца и трение поверхности резания заготовки о заднюю поверхность резца. В соответствии с этим выделяют две основные формы износа - по передней и по задней поверхностям резца (рисунок 1). Так как центр давления материала стружки о переднюю поверхность смещен вглубь от режущей кромки, то износ передней поверхности обычно имеет форму лунки. Износ задней поверхности имеет вид площадки высотой  $A_3$  с задним углом, равным нулю.

При работе инструмента всегда имеет место износ и по передней и по задней поверхности режущей части, однако (в зависимости от условий обработки) может преобладать тот или другой вид износа.

При обработке хрупких металлов преобладает износ по задней поверхности, т. к. стружка надлома оказывает малое истирающее действие на переднюю поверхность. Преобладающий износ по передней поверхности наблюдается при обработке пластичных материалов с большими скоростями резания при сливной стружке.

Зависимость износа от времени имеет вид, показанный на рисунок 8.2. Кривую износа можно разбить на три участка. Участок I - период приработки или начального износа. В период приработки происходит истирание наиболее выступающих микронеровностей. Микронеровности имеют форму конусов и гребней и по мере износа площадь контакта увеличивается. Поэтому скорость износа максимальна в начале работы и уменьшается к концу периода приработки. Чем меньше шероховатость поверхности инструмента, тем короче будет период приработки.

Период нормального износа II характеризуется значительно более медленным и почти линейным возрастанием износа во времени. Обычно период нормального износа составляет 90-95 % всего времени работы резца.

При достижении износа определенной величины режущая кромка округляется, условия резания изменяются (возрастает трение, повышается температура резания) и наступает период повышенного (катастрофического) износа III.

Таблица 1 - Характеристики абразивных кругов, режимы черновой и чистовой заточки и доводки резца

Характер заточки		Характеристики круга					Режим заточки		
		Форма круга	Абразивный материал	Номер зернистости	Вид связи	Твёрдость	Скорость круга, м/сек	Продольная подача, м/мин	Поперечная подача, мм/дв.х.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Черновая	I								
	I								
	I								
Чистов	I								



ая	I I								
Довод ка	I								
	I I								

Примечание.

I – параметры, выбранные по справочным данным;

II – фактические параметры, установленные в результате настройки станка.

Работа инструмента в период катастрофического износа не целесообразна, и его нужно направлять на переточку.

Существует несколько критериев (признаков), руководствуясь которыми резец считают изношенным и подлежащим переточке. Простейшим критерием, который обычно используется при черновой обработке, является критерий блестящей полосы. Резец считается изношенным, если при обработке стали на поверхности резания появляется блестящая полоска, а при обработке чугуна - темные пятна. Это свидетельствует о том, что режущая кромка округлилась (полностью или в отдельных местах) и начинает сминать и полировать поверхность резания. Появление блестящей полосы свидетельствует о начале периода катастрофического износа. При чистовой обработке инструмент нельзя доводить до начала катастрофического износа, поэтому критерий блестящей полосы при чистовой обработке неприменим.

Критерий оптимального износа обеспечивает получение наибольшего общего срока службы инструмента. Общий срок службы инструмента  $M$  равен произведению количества переточек  $K$  на время работы инструмента между двумя переточками  $T$ :

$$M = K \cdot T. (1)$$

При использовании этого критерия инструмент доводят до начала катастрофического износа, через определенные периоды измеряя величину износа.

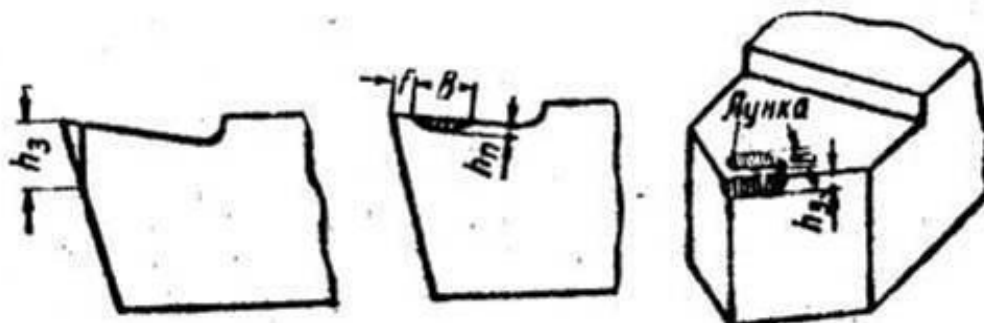


Рисунок 1. Формы износа резца.

Используя полученные данные расчетным путем, по специальной методике, определяют величины  $K$  и  $T$ , обеспечивающие максимальное значение общего срока службы инструмента. Критерий оптимального износа целесообразно использовать для инструментов, работающих при постоянных условиях, в условиях крупносерийного и массового производства.

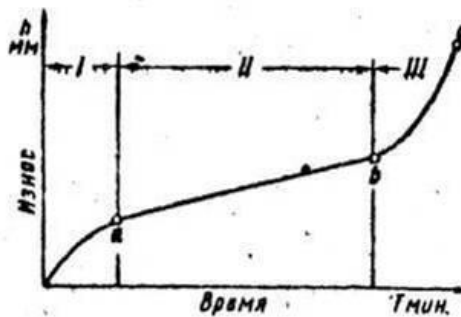


Рисунок 2. Зависимость износа от времени работы инструмента.

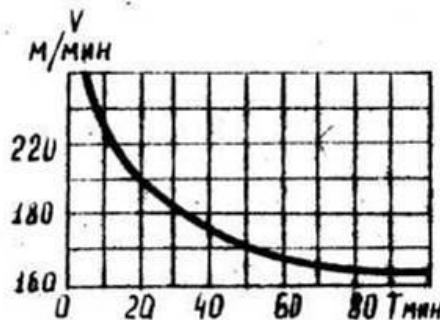


Рисунок 3. Стойкостная зависимость при обработке твердосплавным резцом заготовки из стали 45

При чистовой (окончательной) обработке используется технологический критерий износа инструмента. Он заключается в том, что инструмент считается изношенным и подлежит переточке, когда обработанная поверхность перестает отвечать технологическим условиям по точности или шероховатости. По этому критерию перетачивать инструмент приходится наиболее часто. Технологический критерий является основным для инструментов, работающих на станках-автоматах и автоматических линиях.

#### ***Зависимость между скоростью резания и стойкостью инструмента***

Время работы инструмента между двумя переточками - период стойкости - зависит от многих факторов: физико-механических свойств обрабатываемого материала, материала режущей части инструмента, подачи, глубины резания, геометрических параметров резца и т.д. Однако, наибольшее влияние на стойкость инструмента оказывает скорость резания. Допускаемая скорость резания, в первую очередь, зависит от принятого периода стойкости инструмента. Зависимость между скоростью резания и периодом стойкости инструмента называется стойкостной зависимостью.

На рисунок 3 приведена стойкостная зависимость для резца, оснащенного пластинкой твердого сплава Т15К6 при токарной обработке заготовки из стали 45 (при  $t = 2$  мм и  $S = 0,63$  мм/об).

Такая форма стойкостной зависимости является типичной. Аналитически она выражается уравнением следующего вида:

$$v = \frac{A}{T^m}, \quad (8.2)$$

где  $A$  — постоянная, зависящая от свойств обрабатываемого материала и условий обработки;

$T$  — период стойкости инструмента;

$m$  — показатель степени, зависящий от свойств обрабатываемого материала, материала режущей части и условий обработки (для резцов, оснащенных пластинками твердого сплава,  $m = 0,125 - 0,3$ ).

Для токарных резцов, оснащенных твердым сплавом, период стойкости рекомендуется принимать в пределах  $T = 60 - 90$  мин.

### ***Абразивные инструменты***

Затачивание металлорежущего инструмента – один из видов обработки материалов шлифованием. Шлифование производится абразивными инструментами, режущими элементами которых являются твердые зерна абразивных материалов.

Абразивные инструменты характеризуются геометрической формой и размерами, материалом и размерами (зернистостью) режущего абразивного зерна, твердостью, структурой, материалом связки, классом точности и классом дисбаланса.

Наиболее распространенными абразивными инструментами являются шлифовальные круги. Форма поперечных сечений шлифовальных кругов и их размеры регламентированы ГОСТ 2424-83, который предусматривает 22 профиля и несколько сот типоразмеров. Для заточки резцов чаще всего используются шлифовальные круги плоские прямого профиля (ПП), чашечные цилиндрические (ЧЦ) и чашечные конические (ЧК).

Абразивные материалы делятся на естественные: алмаз, кварц, корунд, наждак, кремнь, гранат, и искусственные: электрокорунд, карбид кремния, карбид бора, кубический нитрид бора (эльбор, кубонит, боразон), искусственные алмазы. В настоящее время для изготовления абразивных инструментов используются, в основном, искусственные абразивные материалы. Характеристики искусственных абразивных материалов приведены в таблице 2.

Зерна абразивного материала разделяют по крупности на группы (шлифзерно, шлифпорошок и микропорошки) и номера внутри групп. В обозначении зернистости (например, 32П) цифра указывает размер зерна основной фракции (в нашем случае 315 - 400 мкм), буква - содержание зерна основной фракции (в нашем примере 55 %).

Под твердостью абразивного инструмента понимают прочность удержания абразивных зерен в инструменте при помощи связки. Твердость определяется количественными свойствами связки, введенной в инструмент. По твердости абразивные инструменты разделяются на семь групп – мягкие (М), среднемягкие (СМ), средние (С) и т. д. С подразделением на две или три степени твердости внутри каждой группы (М1, М2, М3, СМ1, СМ2, С1, С2 и т. д.).

Структура абразивного инструмента характеризует его внутреннее строение – соотношение объемов абразивных зерен, связки и пор. ГОСТ предусматривает двенадцать номеров структуры. Чем выше номер, тем больший объем занимают поры, т.е. тем более открытая структура инструмента. Для заточки инструмента используются шлифовальные круги с номерами структуры 8 - 10.

Связки в абразивных инструментах бывают неорганические (керамическая, магнезиальная, силикатная), органические (бакелитовая, вулканитовая) и металлические.

Установлено два класса точности абразивных инструментов - А и Б. Допуски на предельные отклонения наружного диаметра, посадочного отверстия, смещения оси отверстия и высоты кругов для класса А в 1,5-2 раза меньше, чем для класса Б.

Класс дисбаланса характеризуется неуравновешенностью массы шлифовального круга. Установлено четыре класса дисбаланса для инструмента разной сортности, зернистости и размеров.

Рассмотрим пример маркировки шлифовального круга 14 А 40 П С2 6 К5, А, 2 кл ПП 500х50х305, 35 м/сек:

14А-вид абразивного материала, 40П-номер и индекс зернистости, С2 - степень твердости, 6-номер структуры, К5-вид связки, А-класс инструмента, 2 кл - класс дисбаланса, ПП - форма круга, 500-наружный диаметр, 50-высота, 305 - диаметр отверстия, 35 м/сек - допустимая окружная скорость круга.

В последнее время широкое распространение получила заточка резцов и другого металлорежущего инструмента алмазными и эльборовыми кругами. Алмазные и эльборовые круги в 3-4 раза превосходят по износостойкости описанные выше абразивные инструменты. В отличие от абразивных материалов, где повышение твердости сопровождается уменьшением прочности, в алмазах наивысшая твердость сочетается с прочностью, превышающей прочность электрокорунда и карбида кремния в 2-3 раза. Однако алмаз имеет невысокую термостойкость и химически активен к железу, поэтому алмазные круги не рекомендуется применять для заточки инструментов, изготовленных из углеродистых, легированных и быстрорежущих сталей.

В эльборе (кубическом нитриде бора) в отличие от алмаза сочетаются высокая твердость с высокой термостойкостью и химической инертностью к железу. Благодаря этому эльборовые инструменты весьма эффективны при высокоскоростной заточке инструментов из инструментальных сталей. Круги из эльбора, обладая высокой износостойкостью, длительно сохраняют высокие режущие свойства и заданный профиль.

Основные характеристики алмазных и эльборовых кругов такие же, как и кругов из обычных абразивных материалов. Отличия заключаются в следующем. Абразивный материал со связкой в алмазных и эльборовых кругах наносится в виде слоя на основу, в маркировке указывается ширина и высота этого слоя.

Алмазный и эльборовый инструмент характеризуется концентрацией алмазного или эльборового порошка в абразивном слое. Содержание алмазов или эльбора, равное 25 % от объема слоя, принято за концентрацию 100 %. Алмазные и эльборовые круги изготавливают с концентрацией от 25 % до 200 %.

Кроме этого, в маркировке указывается общее количество алмаза или эльбора в инструменте в каратах. Для изготовления алмазных кругов используют порошки синтетических и природных алмазов.

Таблица 2 Характеристики искусственных абразивных материалов

Абразивный материал	Химическая формула	Микротвердость кгс/мм	Термостойкость, °С	Стойкость к динамическим нагрузкам	Инертность к железу
Электрокорунд	$Al_2O_3$	1900-2400	1700-1800	Высокая	Инертен
Карбид кремния	$SiC$	3300-3600	1300-1400	Повышенная хрупкость	—
Карбид бора	$B_4C$	4000-	Низкая,	Очень хрупок	—

		4500	окисляется при $t > 500^{\circ}\text{C}$		
Кубический нитрид бора	<i><b>BN</b></i>	8000-9600	1500-1600	Выше, чем у карбида бора, но ниже, чем у алмаза	Инертен
Алмаз	<i><b>C</b></i>	До 10060	Пониженная, окисляется при $t > 750^{\circ}\text{C}$	Высокая	Химически активен к железу

Для заточки инструмента рекомендуется использовать круги из порошков АСР, АСК, АСВ. Эльборовые круги изготавливают из порошка эльбора ЛО (обычной прочности) и ЛП (повышенной прочности).

Рассмотрим пример маркировки алмазного круга: А 4К 150х 32х32х5х3, АСР 63/50 ИООК С2 307 35 м/сек. А4К-форма круга чашечный конический (у алмазных кругов перед обозначением формы ставится буква А, а у эльборовых - буква Л), 150-наружный диаметр, 32-высота круга, 32- диаметр отверстия, 5-ширина алмазного слоя, 3-высота алмазного слоя, АСР -материал, 63/50-зернистость, 100-концентрация 100 %, К-связка, С2- твердость, 30-количество карат алмаза, 7-структура, 35 м/сек - допустимая окружная скорость.

#### ***Методы заточки металлорежущего инструмента***

Заточка металлорежущего инструмента производится:

- абразивными инструментами;
- физико-химическими методами;
- комбинированными методами, сочетающими физико-химические и механическое действия.

При физико-химических методах заточки удаление припуска производится за счет физических и химических явлений. Из физико-химических методов заточки инструмента получили распространение электроэрозионный, основанный на явлении эрозии (разрушения электродов при пропускании между ними импульсного тока), и электрохимический, основанный на явлении растворения анода при электролизе.

***Комбинированные методы***, сочетающие физико-химическое и механическое воздействия на заготовку, дают значительно больший эффект при заточке, чем каждый из методов отдельно. Из комбинированных методов наибольшее распространение получили: анодно-механическая, электроконтактная и электроабразивная заточки режущего инструмента.

При анодно-механической заточке резец подводится к вращающемуся металлическому диску. Через контакт пропускают постоянный ток (диск- катод, инструмент-анод) и в зону обработки подают электролит. Заточка происходит за счет электрохимических и электроэрозионных процессов и механического действия вращающегося диска. На станках для анодно-механической заточки обработка может производиться в трех режимах: обдирка (черновая заточка), чистовая заточка, доводка.

Электроконтактная заточка так же производится вращающимся металлическим диском при пропускании тока (обычно переменного), но без подачи электролита. Обработка происходит за счет локального разогрева

заготовки в месте контакта и удалении размягченного металла диском. Этот метод менее производителен, чем анодно-механический и применим только для предварительной черновой заточки, но находит применение благодаря своей простоте.

Механизм действия и схема процесса электроабразивной заточки такие же, как при анодно-механической заточке, только вместо металлического диска используется абразивный круг на металлической связке. В последнее время получила широкое распространение разновидность электроабразивной заточки - электроалмазная заточка. Электроалмазная заточка производится алмазными кругами на металлических связках типа М5-5, М013Э, МВ1. При электроалмазной обработке около 75 %-припуска снимается за счет анодного растворения и электроэрозии и около 25 %-за счет механического воздействия алмазных зерен. Электроалмазная заточка более производительна, обеспечивает меньшую шероховатость поверхности, чем заточка абразивными и алмазными инструментами и другими комбинированными методами, и является одним из наиболее перспективных методов заточки.

**Физико-химические и комбинированные методы** заточки, несмотря на их эффективность, технологически сложнее заточки абразивными кругами. Поэтому основным методом заточки в настоящее время является заточка абразивными кругами.

Заточка металлорежущих инструментов абразивными кругами производится по чертежам и технологическим процессам, разрабатываемых в соответствии с ГОСТ 14 301-73.

В общем случае заточку металлорежущего инструмента проводят в три этапа:

- черновая (предварительная) заточка;
- чистовая заточка;
- доводка.

При черновой заточке снимается основная часть припуска и режущей части инструмента придается заданная чертежом геометрическая форма. При черновой заточке токарных резцов, заданный передний угол обычно придается не всей передней поверхности, а фаске у режущей кромки шириной 0,5-3 мм. Остальная часть передней поверхности затачивается под углом  $\gamma + (2^\circ - 3^\circ)$ . Так же затачиваются и задние поверхности. Ширина фаски у обдирочных резцов по передней поверхности 2-3 мм, по задней поверхности 1-3 мм. У чистовых резцов по передней поверхности - 1,0-1,5 мм и по задним поверхностям - 1,0-2,0 мм. Черновая заточка для увеличения производительности процесса производится крупнозернистыми кругами. Шероховатость поверхности после черновой заточки  $R_a = 2,5 - 0,63$  мкм (6-7 кл.).

Чистовую заточку производят мелкозернистыми кругами на станках с большей жесткостью узла шпинделя и малыми осевым и радиальным биениями шпинделя. Шероховатость поверхности после чистовой обработки повышается до  $R_a = 0,63 - 0,16$  мкм (8-9 кл.).

Стойкость резца и шероховатость обработанной поверхности заготовки в значительной мере зависит от степени остроты режущей кромки (отсутствие на ней зазубрин) и шероховатости передней и задних поверхностей у режущих кромок. Поэтому режущие инструменты после заточки подвергают доводке для получения шероховатости  $R_a = 0,08 - 0,02$  мкм (11-12 кл.). Доводку производят не по всей передней и задним поверхностям, а только по фаскам у режущих кромок.

До широкого применения алмазных кругов основным методом доводки являлась обработка на доводочных станках при помощи вращающегося чугунного диска-притира. На притир наносится мелко-абразивная паста. Абразивные зерна пасты внедряются в поверхность притира и производят обработку-срезание микростружки с поверхности заготовки. Этот способ отличается сравнительно высокой трудоемкостью. В настоящее время доводку, как правило, производят мелкозернистыми алмазными и эльборовыми кругами. Для доводки используются круги на бакелитовой связке. Доводка производится на станках, специально для этого предназначенных. Доводку алмазными и эльборовыми кругами производят с охлаждением.

Для твердосплавного инструмента рекомендуется следующий технологический процесс заточки.

1. Черновое затачивание кругами из карбида кремния.
2. Чистовое затачивание алмазными кругами.
3. Доводка алмазными кругами.

Характеристики кругов и режимы заточки приведены в таблице 8.3.

Для заточки инструментов из быстрорежущей, легированной и углеродистой стали рекомендуется следующий техпроцесс.

1. Черновое затачивание крупнозернистыми кругами из электрокорунда.
2. Чистовое затачивание мелкозернистыми кругами из электрокорунда.
3. Доводка эльборовыми кругами.

Характеристики кругов и режимы заточки приведены в табл.8.3.

Заточку резцов из сверхтвердых материалов (эльбора, гексагонита), а так же из поликристаллов алмаза типа карбанадо и баллас производят алмазными кругами (см. таблицу 8.3). Заточку ведут с обильным охлаждением.

Доводка выполняется на точных чугунных притирах пастами из микropорошков алмазов АСН, АСМ I4/I0-5/3 на масле (лучше оливковое).

### ***Заточные станки***

Для затачивания режущих инструментов применяют универсальные и специальные заточные станки.

На универсальных станках можно производить заточку всех видов режущего инструмента.

В настоящее время станкостроительная промышленность выпускает универсально-заточные станки 3Б641, 3Б642, 3В642, 3Б643 и 3640, оснащенные точными приспособлениями и принадлежностями.

Разработана гамма новых современных универсально-заточных станков 3М642Е (вместо 3Б642), 3М642 (вместо 3В642), 3М642Е-І (с удлиненным столом).

На рисунок 8.4 показан общий вид универсально-заточного станка. Станок имеет три основных узла станину 1, суппорт 2 и шлифовальную бабку 3.

Станина предназначена для установки на ней всех остальных узлов станка. Она представляет собой чугунную отливку коробчатой формы. На верхней части станины имеются направляющие, по которым перемещается суппорт. Внутри станины смонтировано электрооборудование и бак со смазывающе-охлаждающей жидкостью.

Суппорт предназначен для закрепления затачиваемого инструмента и сообщения ему в процессе заточки продольной и поперечной подач. Суппорт состоит из поперечных салазок 4, продольных салазок 5 и стола 6.

Поперечные салазки перемещаются по направляющим станины в поперечном (относительно плоскости вращения абразивного круга) направлении. По направляющим на верхней части поперечных салазок перемещаются продольные салазки 5. На продольных салазках располагается стол 6. На столе с помощью болтовых прижимов крепятся приспособления, в которых закрепляется затачиваемый инструмент: тиски, делительные головки, передняя и задняя бабки (для крепления инструмента в центрах) и т.д. Стол может поворачиваться в горизонтальной плоскости на угол  $90^\circ$ .

Продольная и поперечная подачи суппорта производятся вручную маховичками 8 и 7 соответственно. Кроме этого, станок имеет механизм толчковой поперечной подачи. При нажатии на рычаг 10 суппорт перемещается в поперечном направлении на 0,025 мм. Для осуществления следующего толчка рычаг необходимо отпустить и вновь нажать.

Шлифовальная бабка 3 имеет двухсторонний шпиндель, на котором можно закреплять одновременно два шлифовальных круга. Двухскоростной двигатель и ременная передача сменная позволяют сообщать шпинделю четыре частоты вращения 2240; 3150; 4500 и 6300 об/мин.

Шлифовальная бабка может поворачиваться в горизонтальной плоскости на угол  $350^\circ$ . Кроме этого, колонна со всеми механизмами шлифовальной бабки может перемещаться вертикально. За счет этого перемещения осуществляется вертикальная подача при заточке. Вертикальная подача производится вращением маховичка 9. В соответствии с ГОСТ 1584-87 универсально-заточные станки изготавливаются повышенной и высокой точности (классы П и В). Допуск на осевое и радиальное биение шпинделя для станков класса точности П соответственно 3 и 4 мкм и для класса точности В- соответственно 2 и 2,5 мкм.

Затачивание резцов на универсально-заточном станке производится с применением трехповоротных тисков (рисунок 8.5). Нижняя плита тисков 1 закрепляется на столе станка двумя болтовыми прижимами. Резец закрепляется в тисках между подвижной 2 и неподвижной 3 губками. Корпус 4 тисков может устанавливаться под любым углом в пространстве за счет поворота кронштейна 5 вокруг оси А, кронштейна 6 вокруг оси Б и корпуса 4 вокруг оси В. Шкала с градусными делениями облегчает установку корпуса тисков под необходимым углом.

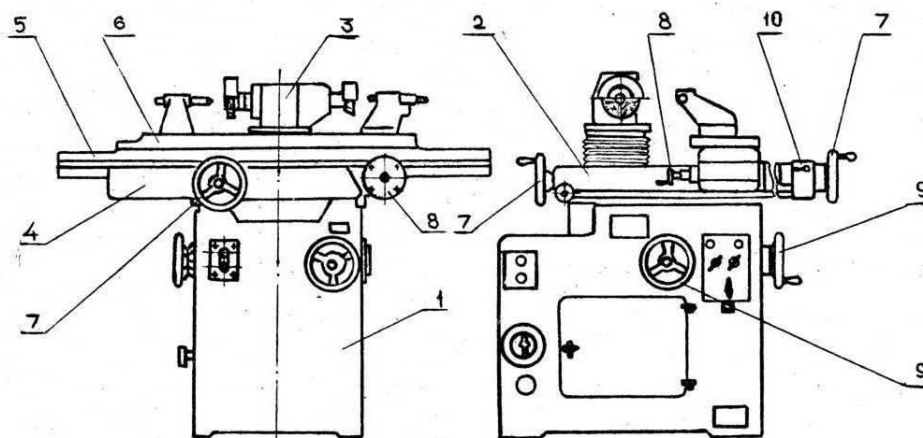


Рисунок 4. Универсально-заточной станок



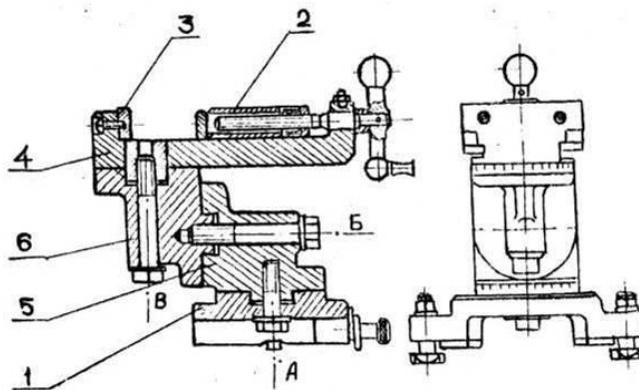


Рисунок 5. Трехповоротные тиски

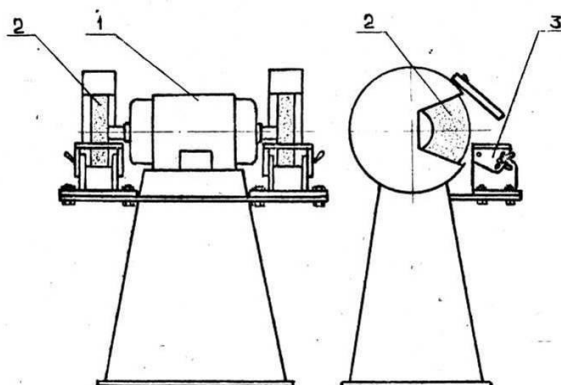


Рисунок 6. Точильно-шлифовальный станок

При заточке передней поверхности резец устанавливается горизонтально передней поверхностью к поверхности абразивного круга. Затем поворотом вокруг оси В устанавливается заданный угол  $\phi$ , поворотом вокруг оси Б заданный угол  $\lambda$  и поворотом вокруг оси А угол  $\gamma_N = \arctg(\tg \gamma \cdot \cos \lambda)$ .

При заточке задней поверхности исходное положение резца такое же, как и при заточке передней поверхности. Угол  $\phi$  ( $\phi_1$ ) устанавливается поворотом вокруг оси В, угол  $\alpha + 90^\circ$  или  $\alpha_1 + 90^\circ$  поворотом вокруг оси А.

Ручную заточку резцов можно производить на точильно-шлифовальных станках моделей 3Б633, 3Б634, 3М636. На рисунке 8.6 приведен общий вид точильно-шлифовального станка.

Электродвигатель 1 приводит во вращение два шлифовальных круга 2. Обычно один круг крупнозернистый - для черновой заточки, второй мелкозернистый - для чистовой заточки. При заточке резец кладется на столик 3. Столик может поворачиваться вокруг горизонтальной оси на требуемый угол.

Заточка передней поверхности резца производится торцом круга. Столик поворачивается на угол  $\phi$  к горизонтали, а резец на столике поворачивается под углом  $\gamma$  к плоскости вращения круга. Заточка задних поверхностей резца производится периферией круга. Столик при этом поворачивается на угол  $\alpha$  ( $\alpha_1$ ), а резец на столик на угол  $\phi$  ( $\phi_1$ ) к плоскости вращения круга.

Для заточки и доводки резцов выпускается гамма специальных станков. Для заточки задних поверхностей выпускаются полуавтоматы моделей 3Е624, 3Е24Э, 3Д624, для заточки передней поверхности-полуавтоматы моделей 3626, 3626Э. Для доводки задних поверхностей станок модели 3622Д.

Станки с индексом "Э" предназначены для электроалмазной заточки токопроводящими алмазными кругами на металлических связках.

Для ручной заточки и доводки поверхностей резцов алмазными кругами этот завод выпускает специализированные станки модели 3Б632В. Общий вид станка приведен на рисунке 8.7. На двухстороннем шпинделе закрепляются алмазные шлифовальные круги 1. Резец закрепляется на столике 2. Столик подвешен на четырех пластинчатых пружинах и при ручном возбуждении колеблется вдоль плоскости вращения шлифовального круга с частотой 100-130 колеб/мин. Столик может поворачиваться вокруг горизонтальной оси на угол - 10...+20°. Угол поворота отсчитывается по шкале. Поперечная подача осуществляется перемещением столика маховичком 3. При заточке или доводке задней поверхности резца столик поворачивается на угол  $\alpha$  ( $\alpha_1$ ). Резец поворачивается на столике на угол  $\phi$  ( $\phi_1$ ), угол поворота отсчитывается по шкале на зажимном устройстве 4.

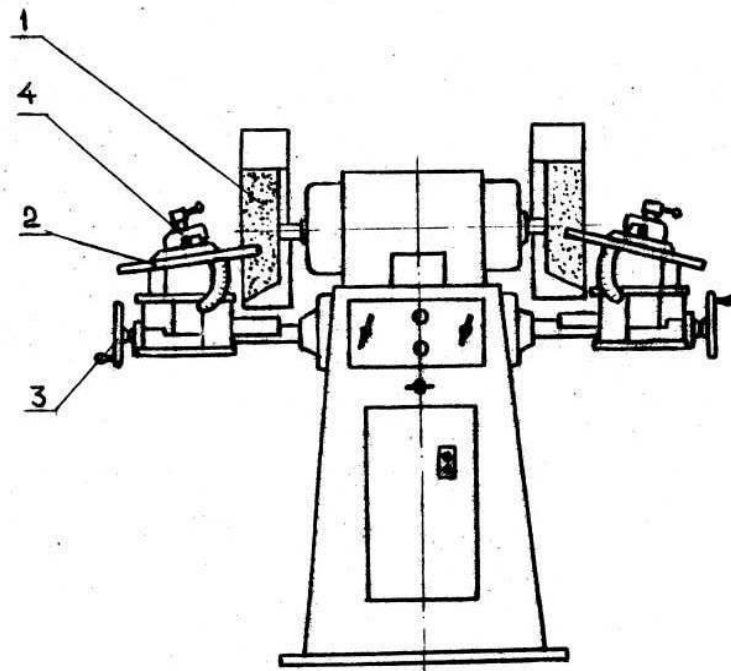


Рисунок 7. Специализированный заточной станок 3Б632В

### 3.Критерии оценки

Обучающийся должен выполнять лабораторные работы в соответствии с изучаемыми темами.

После выполнения работы обучающийся должен представить отчет о проделанной работе с анализом полученных результатов и выводом по работе.

Отчет о проделанной работе следует делать в рабочих тетрадях, аккуратно оформленным. С соблюдением основных правил выполнения схем, рисунков, графиков, таблиц.

Содержание отчета указано в описании лабораторной работы.

Таблицы и рисунки следует выполнять с помощью чертежных инструментов (линейки, циркуля и т. д.) карандашом.

Отметка	Объем выполнения работы в %
«5» (отлично)	90 – 100
«4» (хорошо)	70 – 89
«3» (удовлетворительно)	50 – 69
«2» (неудовлетворительно)	менее 50

### 4.Учебно-методическое и информационное обеспечение лабораторных работ

1. Агафонова Л..С. Процессы формообразования и инструменты: лабораторно-практические работы. Учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования. — М.: Академия, 2021.

2. Балла О. М. Обработка деталей на станках с ЧПУ. Учебное пособие для СПО/ О. М. Балла. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-6754-9

3. Гоцеридзе Р. М. Процессы формообразования и инструменты: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. — 4-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2021.

4. Зубарев Ю. М. Методы получения заготовок в машиностроении. Учебное пособие для СПО, 2-е изд., стер./ Ю.М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-7252-9

5. Зубарев Ю. М. Современные инструментальные материалы. Учебное пособие для СПО./ Ю.М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-6599-6

6. Зубарев Ю. М., Битюков Р. Н. Основы резания материалов и режущий инструмент. Учебное пособие для СПО, 2-е изд., стер./ Ю.М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-7253-6

Дополнительные учебные издания:

1. Кукин П.П., Лапин В.Л., Пономарев Н.Л. Охрана труда. Безопасность технологических процессов и производств.: Учебное пособие для вузов. - Изд.

4-е, перераб. – М.: Высшая школа, 2021. ¶

2. Кукин П.П., Пономарев Н.Л., Таранцева К.Р. и др. Основы токсикологии: Учебное пособие — М.: Высшая школа, 2021.

Интернет-ресурсы

1. Ресурс, посвященный вопросам охраны труда и безопасности  
<http://www.tehdoc.ru/catalog.html>
2. Документация по охране труда <http://truddoc.narod.ru/index.html>
3. Российское образование: Федеральный портал <http://www.edu.ru/>

Электронно-библиотечная система:

Доступ авторизованных пользователей через Интернет

**ЭБС IPRsmart, ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»:**

Договор № 9408/22П/1301-22ед 44 от 01.08.2022 – доступ на 1 год, до 29.09.2023

**ЭБС «Консультант студента», ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА»:**

Договор № 8КСЛ/06-2022/1302-22ед 44 от 01.08.2022 – доступ на 1 год, до 14.09.2023;

**ЭБС «ЛАНЬ», ООО «ЭБС ЛАНЬ»:**

Договор № 1303-22ед 44 от 01.08.2022 – доступ на 1 год до 12.09.2023;

**ЭБС «ЛАНЬ», ООО «Издательство Лань»:**

Договор № 1300-22ед 44 от 01.08.2022 – доступ на 1 год до 12.09.2023;

**УБД ИВИС, ООО «ИВИС»**

Договор № 416-22 ед 44 от 18.03.2022;

**БД Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, ООО «РУНЭБ»:**

Договор № 40-21 ЭА/21 от 13.04.2021.