

Составители:

Перфилов Михаил Евгеньевич  
Агафонова Екатерина Васильевна

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

**ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ**

Методические указания к выполнению  
лабораторных работ по дисциплине

«Материаловедение и технология конструкционных материалов»

Редактор  
Компьютерная верстка

Т.К. Коробова  
Е.В. Агафонова

**ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ**

Методические указания к выполнению  
лабораторных работ по дисциплине

«Материаловедение и технология конструкционных материалов»

Подписано в печать

Формат 60х84. Объем усл. 1,2 уч.- изд. л.

Бумага офсетная Изд. № 104 Заказ № \_\_\_\_ Тираж 100 экз.

---

Отпечатано в издательстве НГАУ

630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, офис 106.

Тел. факс (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru

НОВОСИБИРСК 2016

УДК 389:621.753  
ББК 30.10

*Кафедра технологических машин и технологии машиностроения*

Составители: *М.Е. Перфилов*, канд. техн. наук, доц.  
*Е.В. Агафонова*, ст. преп.

Рецензент *А.И.Дюкарев*, канд. техн. наук, доц.

**Обработка металлов резанием:** Метод. указ. к лабораторным работам /Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инж. ин-т; Сост.: М.Е. Перфилов, Е.В. Агафонова. - Новосибирск, 2016. – 18 с.

Приведены теоретические сведения и изложен порядок выполнения лабораторных работ по разделу «Обработка металлов резанием».

Предназначены для студентов Инженерного Института обучающихся по направлениям подготовки Агроинженерия, Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, Технология транспортных процессов, Профессиональное обучение (по отраслям), Техносферная безопасность, Стандартизация и метрология.

Утверждены и рекомендованы к изданию методической комиссией Инженерного института НГАУ (протокол №7 от 1 марта 2016г.).

© Новосибирский государственный  
аграрный университет, 2016  
© Инженерный институт, 2016

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Материаловедение [Электронный ресурс]: Учебное пособие/Давыдова И. С., Максина Е. Л., 2-е изд. - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 228 с. [ЭБС ИНФРА-М]
2. Материаловедение и технология металлов [Электронный ресурс]: Учебник / Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифулин. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 397 с. [ЭБС ИНФРА-М].
3. Материалы и их технологии. В 2 ч. Ч. 1. [Электронный ресурс]: Учебник / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе; Под ред. В.А. Горохова. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 589 с. [ЭБС ИНФРА-М]
4. Галимов Э.Р. Материаловедение для транспортного машиностроения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Э.Р. Галимов, Л.В. Тарасенко, М.В. Унчикова [и др.]. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2013. – 443 с. [ЭБС Лань]
5. Алексеев Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Материаловедение»: учебное пособие / Г.В. Алексеев, И.И. Бриденко, С.А. Волжанина. – СПб. : Лань, 2013. – 208 с.
6. Адашкин А.М. Материаловедение (металлообработка): учеб. для нач. проф. образования / А.М. Адашкин, В.М. Зуев. – М.: ИРПО, ПрофОбрИздат, 2001. – 240 с.
7. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Под редакцией В.С. Чередниченко. М.: Омега – Л. 2006 – 752с.
8. Оськин В.А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов/ В.А. Оськин и др. Кн. 1 – М.: КолосС, 2008 – 447с.4.
9. Ржевская С.В. Материаловедение: учеб. для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Моск. гос. гор. ун-та, 2003. – 456 с.
10. Дальский А.М. технология конструкционных материалов./А.М. Дальский и др.-М.: Машиностроение; 2005. - 592с.
11. Черепяхин А.А. Материаловедение: учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования. – М.: «Академия», 2004. – 256 с.

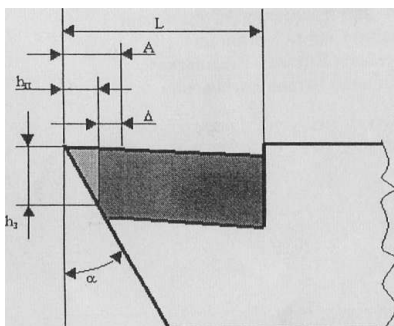


Рис. 4. Схема для расчета числа возможных переточек резца

Таким образом, выражение для расчета ресурса токарного проходного резца, используемого в режиме чистового точения, принимает окончательный вид:

$$T_p = [L / (h_3 \tan \alpha + \Delta) + 1] T$$

С учетом экспериментальных данных, полученных при выявлении закономерности изнашивания режущей части  $h_3 = f(t)$ , необходимо рассчитать ресурс токарного резца  $T_p$  для ряда принятых значений периода стойкости  $T$  в порядке его возрастания (2...3 значения - для периода приработки, 5...6 значений - для нормального изнашивания, 3...4 значения - для периода ускоренного изнашивания).

По полученным данным построить графическую зависимость  $T_p = f(T)$  (рис. 5) и проанализировать характер ее изменения.



Рис.5. Зависимость ресурса  $T_p$  токарного проходного резца от заданного периода стойкости  $T$ .

## Лабораторная работа №1

### Конструкция и геометрические параметры резцов (4 часа)

*Цель работы:*

- научиться классифицировать и определять технологическое назначение резцов;
- изучить геометрические параметры резцов;
- познакомиться с приборами и научиться измерять углы резцов.

*Теоретическая подготовка:*

- классификационные признаки резцов;
- технология применения различных резцов;
- части и элементы резцов;
- материалы режущей части и способы их крепления;
- геометрические параметры резцов, плоскости для их определения.

*Оборудование и наглядные пособия:*

- токарные, строгальные, долбежные резцы;
- универсальный угломер ЛТМ, инструментальный угломер;
- демонстрационные плакаты и макеты резцов.

*Литература:*

1. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении: учебное пособие для студентов / С.И. Богодухов. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 560 с.
2. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению./Под. общ. ред. С.С. Некрасова. -М.: Колос, 1983.- 256с.
3. Дальский А.М. и др. Технология конструкционных материалов. -М.: Машиностроение, 1985.- 448с.
4. Дополнительная литература: атласы, справочники по металлорежущему оборудованию.

*Содержание индивидуального задания:*

- Охарактеризовать по всем классификационным признакам заданный резец.
- Измерить все углы заданного резца универсальным или инструментальным угломером ЛТМ.

*Содержание отчета:*

- Дать полную характеристику по всем классификационным признакам заданного резца.
- На эскизе резца указать его части и элементы, изобразить проекцию в плане с указанием соответствующих углов и секущих плоскостей, сечения в главной и вспомогательной секущей плоскости, вид в плоскости главной режущей кромки с указанием соответствующих углов в общем виде.
- Заполнить таблицу измерений углов резца.

Результат измерения углов резца

Таблица 1.1

Показатели	$\phi$	$\phi_1$	$\epsilon$	$\gamma$	$\alpha$	$\alpha_1$	$\beta$	$\delta$	$\lambda$
Измеренное значение углов, град									
Интервал рекомендуемых значений углов данного типа резцов, град.									

Примечания. 1. При наличии 2 аналогичных углов указать оба значения в соответствующей колонке.

2.  $\varphi, \varphi_1, \varepsilon$  - углы в плане, соответственно: главный, вспомогательный и при вершине;  $\gamma, \alpha, \beta, \delta$  - углы в главной секущей плоскости, соответственно: передний, задний, заострения, резания;  $\alpha_1$  - вспомогательный задний угол;  $\lambda$  - угол наклона режущей кромки.

- Привести расшифровку и анализ свойств материала режущей части. По результатам индивидуального задания и измерений дать заключение (вывод) о техническом состоянии и применении предложенного резца. При неудовлетворительном состоянии резца дать рекомендации по его восстановлению.

Методические указания: При выполнении работы обратить внимание на следующее: преимущества и недостатки различных способов крепления режущих элементов с корпусом инструмента (цельнометаллических, паяных, с механическим креплением, клеевых соединений и др.);

- конструктивные и геометрические особенности резцов с многогранными неперетачиваемыми пластинками;
- преимущества и недостатки резцов с главным углом в плане 90 град., широких резцов с углом в плане 0 град.;
- геометрия отрезных резцов;
- особенности строгальных и долбежных резцов;
- применение современных инструментальных материалов для черновой, чистовой обработки сталей, чугунов, цветных сплавов и неметаллов.

## Лабораторная работа №2

### Классификация, конструкция и геометрия многолезвийных режущих инструментов (4-8 часов)

Цель работы: Изучить конструкции и геометрические параметры фрез, сверл, зенкеров, разверток, протяжек, метчиков, плашек и абразивного инструмента.

Теоретическая подготовка:

#### Часть 1

- типы фрез, их назначение, классификационные признаки и конструктивные особенности;
- геометрические параметры цилиндрических, торцовых и модульных фрез;
- особенности заточки фрез с затылованным и острозаточенным зубом.

#### Часть 2

- типы сверл, их применение и конструктивные особенности;
- части, элементы и геометрические параметры спирального сверла;
- способы заточки спиральных сверл, числовые значения углов и материалы режущей части;
- технологическое значение и особенности конструкции и геометрии зенкеров и разверток;
- части, элементы и геометрические параметры метчиков и плашек.

#### Часть 3

- абразивный инструмент: абразивные материалы, связка, геометрия шлифовальных кругов, твердость, износ, засаливание, правка шлифовальных кругов.

- для периода нормального изнашивания - 60...240с;
- при переходе в область ускоренного изнашивания - 60... 120с.

Результаты измерений величины износа  $h_3$  нарастающим итогом по времени точения занести в табл. 5.1

Показатель	Режимы резания: $t = \dots$ мм ; $S = \dots$ мм / об. ; $n = \dots$ мин $^{-1}$											
	Время обработки $\tau$ , с											
	Период при-работки			Период нормального изнашивания					Область ускоренного изнашивания			
	30	60	90	60	120	180	240	300	60	90	120	150
$h_3$ , мкм												

- Используя экспериментальные данные, построить график, отображающий зависи-

мость величины износа  $h_3$  от времени точения  $\tau$ . На графике обозначить периоды при-

работки, нормального и ускоренного изнашивания (рис. 3).



Рис.3. Зависимость величины износа  $h_3$  от времени точения  $\tau$

Рассчитать ресурс режущего инструмента в зависимости от заданного периода стойкости.

Ресурс режущего инструмента  $T_p$  определяется его общим сроком службы при периодическом возобновлении работоспособности путем переточки режущей части. Время между переточками называют периодом стойкости инструмента. (Характерный вид зависимости  $h_3 = f(x)$  приведен на рис.2).

Расчет ресурса токарного проходного резца в зависимости от заданного периода стойкости выполняют по следующему выражению

$$T_p = (n + 1) T,$$

где  $n$  — число возможных переточек в пределах размеров эффективно используемой режущей части. Для расчета числа возможных переточек в качестве исходных данных необходимо иметь значение главного заднего угла  $\alpha$ , величину износа  $h_3$  за время заданного периода стойкости  $T$ , толщину дефектного слоя данной поверхности, длину режущей части  $L$  по передней поверхности в направлении, нормальном по отношению к главной режущей кромке (рис.4).

Имея указанные данные, находим значение числа возможных переточек  $n$ :

$$n = L/\Delta$$

где  $\Delta = h_n + \Delta$  - общее укорочение режущей части вследствие износа и снятия дефектного слоя  $\Delta$  при переточке (численное значение дефектного слоя по толщине для чистовых режимов обработки обычно принимают равным  $\Delta = 0,1...0,2$ мм.

Рис.2. Характер зависимости износа резца по задней поверхности от наработки:

I - зона приработки;

II - зона нормального изнашивания;

III - зона ускоренного износа

*Примечание.* Использование заготовок из чугуна и резцов из быстрорежущей стали (или инструментальной углеродистой) вызвано необходимостью обеспечения режима ускоренного изнашивания режущей части инструмента в условиях ограниченного времени, отводимого на лабораторную работу.

*Литература*

- 1.
2. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению/ Под ред. С. С. Некрасова —М.: Агропромиздат, 1991. —268с.
3. Дапский А.М. и др. Технология конструкционных материалов М.: Машиностроение, 1985.- 448 с.
4. Некрасов С.С. Обработка материалов резанием. - М.: Агропромиздат, 1988-335 с.
5. Дополнительная литература: Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. - М.: Высш. шк., 1985. - 315 с.

*Содержание работы:*

- провести эксперимент по выявлению зависимости износа режущей части токарного проходного резца от времени его эксплуатации;
- построить кривую износа режущей части токарного резца от времени его эксплуатации по экспериментальным данным;
- рассчитать ресурс токарного резца в зависимости от заданного периода стойкости и построить графическую зависимость  $T_p = f(T)$ ;
- определить оптимальную стойкость резца, используя полученную выше зависимость.

*Методические указания и порядок выполнения работы:*

- установить и закрепить заготовку в патроне с поджатием задним центром;
- установить и закрепить проходной резец в резцедержателе суппорта станка;
- произвести настройку станка на режим точения, вызывающий износ по задним поверхностям режущего клина резца  $h_r$ , наблюдающийся обычно при чистовом точении;
- выполнить серию опытов по точению заготовки проходным резцом (величину износа по задней поверхности  $h$ , оценивать нарастающим итогом в зависимости от времени обработки, используя окулярный микроскоп).

Интервалы времени точения между остановками для измерения величины износа  $h$  инструмента устанавливают с учетом интенсивности его изнашивания на выбранном режиме. Ориентировочно они составляют при точении чугунной заготовки (режим резания: глубина резания  $t = 1... 1,5$  мм, подача  $S = 0,07...0,15$  мм/об.; частота вращения шпинделя  $n=600...800$  мин<sup>-1</sup>)

- для периода приработки - 30...90 с;

#### Оборудование и наглядные пособия:

- фрезы; сверла, зенкеры, развертки; протяжки;
- метчики, плашки;
- шлифовальные круги;
- универсальный угломер;
- демонстрационные плакаты и стенды.

#### Литература:

1. Проектирование режущего инструмента: учебное пособие для студентов вузов / В.А. Гречишников; под ред. Н.А. Чемборисова. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 264 с.
2. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению. / Под общ. ред. С.С. Некрасова. - М.: Колос, 1983.- 256 с.
3. Дальский А.М. и др. Технология конструкционных материалов. - М.: Машиностроение, 1985.- 448 с.
4. Дополнительная литература: альбомы, справочники по металлорежущему инструменту.

#### Содержание работы:

- Изучить типы фрез, их назначение и конструктивные особенности, геометрические параметры цилиндрических и торцовых фрез.
- Рассмотреть особенности геометрии и заточки модульных и резьбовых фрез.
- Установить расположение углов  $\alpha, \gamma, \omega$  цилиндрической и  $\alpha, \gamma, \phi$  и  $\phi_1$  торцевой фрез, а также их числовые значения.
- Изучить типы сверл и их конструктивные особенности; части, элементы и геометрические параметры спирального сверла; измерить углы  $2\phi, \alpha, \gamma, \omega$  заданного сверла.
- Изучить технологическое назначение и конструктивные особенности зенкеров и разверток.
- Особенности геометрии режущей и калибрующей части зенкеров, разверток, протяжек и сверл, заточки названного инструмента.
- Изучить классификацию, применение и геометрические параметры резьбонарезных инструментов (метчиков, плашек, фрез, головок).
- Изучить маркировку и применение абразивных инструментов. Классификация кругов по твердости, зернистости, типу связки и абразивному материалу.
- Износ, засаливание и правка шлифовальных кругов.
- Инструменты для правки абразивных кругов.

#### Содержание отчета

- кратко описать типы, назначение и конструктивные особенности, части, элементы и геометрические параметры фрез, сверл, зенкеров, разверток, плашек, метчиков и протяжек, привести эскизы;
  - привести эскизы острозаточенного и затылованного зуба инструмента и указать углы, заполнить табл. 2.1;
- Значения углов на режущей и калибрующей части многолезвийных инструментов, град

Инструмент	Режущая часть				Калибрующая часть			Обратный конус	
	$\phi$	$\gamma$	$\alpha$	$\omega$	$\phi_1$	$\alpha_1$	$\omega$	$\phi_1$	$\alpha_1$

- проверить точность геометрической формы цилиндрической поверхности образца после чистовой обточки на станке по постоянству диаметра в поперечном сечении (овальности) и постоянству диаметра в любом сечении (конусности).

В отчете сделать заключение о возможном использовании данного токарного станка на чистовых или черновых операциях.

## Лабораторная работа № 7 Изучение зависимости ресурса токарного резца от заданного периода стойкости (4 часа)

#### Цель работы.

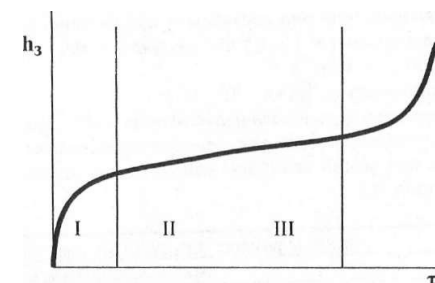
- на основе закономерности изнашивания режущей части проходного токарного резца и учета особенностей технологии его переточки установить зависимость ресурса инструмента от заданного периода стойкости и сформулировать правило определения оптимального периода стойкости.

#### Теоретическая подготовка:

- процесс и характерные особенности износа применительно к обработке различных конструкционных материалов, рассматриваемые на примере точения;
- критерии и величина износа для каждого из принятых критериев износа; методика проведения испытаний токарных резцов на изнашивание (рис.2).

#### Оборудование и наглядные пособия:

- токарно-винторезный станок; центр вращающийся; окулярный микроскоп, х 24;
- штатив для закрепления окулярного микроскопа;
- набор резцов токарных проходных, имеющих геометрические параметры:  $\phi=\phi_1=45^\circ$ ;  $\gamma=0$ ;  $\alpha=\alpha_1=10^\circ$
- заготовка из серого чугуна с размерами:  $\varnothing 50 \dots 100$  мм, длиной 300...500 мм.



#### Цель работы:

- изучить кинематическую схему и конструкцию токарно-винторезного станка;
- освоить настройку станка на заданный режим работы и управление станком;
- изучить методику проверочного расчета слабых звеньев станка;
- изучить методы и инструментальное оснащение для проверки токарного станка на точность.

#### Теоретическая подготовка:

- кинематические схемы токарных станков и их описание;
- уравнения для определения минимальной и максимальной частоты вращения шпинделя, продольной и поперечной подач;
- паспорт токарного станка, описание методик по заполнению основных граф паспорта станка;
- методики проведения испытаний для проверки качества изготовления (ремонта) станка: а) испытание на геометрическую точность; б) испытание на точность геометрической формы обрабатываемых деталей; в) испытание на жесткость.

#### Оборудование и наглядные пособия:

- токарно-винторезный станок (модели **1A62; 1K62; 1B62Г**);
- набор специальных оправок, индикатор со стойкой, стальной цилиндрический (шлифованный и отполированный) образец;
- демонстрационные плакаты.

#### Литература:

- 1.
2. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению/ Под ред. С.С. Некрасова.-М.: Агропромиздат, 1991.-286с.
3. Дальский А.М. и др. Технология конструкционных материалов.- М.: Машиностроение, 1985.-448с.
4. Некрасов С.С. Обработка материалов резанием. -М.: Агропромиздат, 1988.-335с.
5. Дополнительная литература: справочники по металлорежущему оборудованию.

#### Содержание работы:

- ознакомиться с конструкцией и управлением станка;
- произвести настройку станка на заданный режим работы (по вариантам);
- изучить кинематическую схему станка;
- оформить в отчете по лабораторной работе основные разделы паспорта токарного станка (пояснения по оформлению основных граф паспорта станка приведены в [1, с. 196...199];
- произвести расчет наибольшей силы, допускаемой механизмом подач;
- проверить прямолинейность продольного перемещения суппорта в горизонтальной плоскости;
- проверить отклонение по высоте оси отверстия пиноли задней бабки по отношению к направляющим станины в вертикальной плоскости (этот параметр проверяется при расположении задней бабки относительно торца шпинделя на расстоянии, примерно равном наибольшему диаметру обрабатываемого на данном станке изделия Ø);
- проверить радиальное биение центрирующей поверхности шпинделя передней бабки под патрон;
- проверить осевое биение шпинделя передней бабки;
- проверить радиальное биение конического отверстия шпинделя передней бабки;
- проверить параллельность оси вращения шпинделя передней бабки продольному перемещению суппорта в вертикальной и горизонтальной плоскостях;

Примечание. При отсутствии данного элемента или угла для данного инструмента в соответствующей графе ставить прочерк.

Произвести измерение (заданного индивидуально инструмента) геометрических параметров инструмента: фрезы, сверла, зенкера или развертки, результаты заполнить в табл. 2.2.

Результат изменения углов режущего инструмента

Таблица 2.2

Инструмент	Измерение значения углов, град						
	$\alpha$	$\gamma$	$\omega$	$\varphi$	$\varphi 1$	$\alpha 1$	$\psi$

По результатам индивидуального задания дать рекомендации по применению заданного инструмента, а при необходимости - по его заточке.

#### Методические указания:

- Изучить геометрию многолезвийных инструментов целесообразно проводить путем аналогии с резцами (см. лабораторную работу №1), которые имеют те же секущие плоскости и углы, обратить внимание на наличие калибрующей части у размерных инструментов;
- Перечислить достоинства инструментов (фрез, разверток и др.) с винтовым зубом.
- По каким поверхностям затачиваются фрезы, в том числе модульные, особенности таких фрез.
- Как и по каким поверхностям затачиваются спиральные сверла: двойная заточка, заточка по передней поверхности, заточка перемычки.
- Особенности крепления фрез и осевого инструмента, в том числе с коническим хвостовиком, назначение "лапки".
- Обосновать расположение зубьев развертки по оси инструмента, их четное количество.
- Различие в геометрии режущей и калибрующей части метчиков, по каким поверхностям затачиваются метчики.
- Твердость и износ шлифовальных кругов, как характеристика их нормальной работы, подбор кругов по твердости, засаливание и правка.
- Припуски на обработку при зенкеровании, развертывании, протягивании и шлифовании.
- Параметры качества обработанных поверхностей (точность, шероховатость) при обработке отверстий сверлением, зенкерованием, развертыванием, протягиванием и т. д.

### Лабораторная работа №3

#### Влияние геометрических параметров резцов и режимов резания на силы резания (4 часа)

### Цель работы:

Установить характер влияния геометрических параметров инструмента и режимов обработки на силы резания.

### Теоретическая подготовка:

- геометрические параметры резцов;
- режимы резания при точении;
- теоретические зависимости влияния параметров резцов на силы резания;
- теоретические зависимости влияния режимов на силы резания.

### Оборудования и наглядные пособия:

- токарно-винторезный станок (1К62, 1А62);
- однокомпонентный динамометр ДК-1;
- приспособление для тарирования динамометра ДК-1;
- инструментальный угломер ИТМ;
- демонстрационные плакаты.

### Литература:

1. Барботько А.И. Резание металлов: учебное пособие для студентов вузов / А.И. Барботько, А.В. Масленников. – Старый Оскол: ТНТ, 2011 – 432 с.
2. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению / Под общ. ред. С.С. Некрасова. - М.: Колос, 1983. - 256 с.
3. Дальский А.М. и др. Технология конструкционных материалов. - М.: Машиностроение, 1985. - 448 с.

### Содержание работы:

Измерить углы у заданных резцов, результаты занести в табл. 3.1:

Результаты измерения углов, град			Таблица 3.1					
Номер резца	Углы в плане			Углы в главной секущей плоскости			Другие углы	
	$\phi$	$\phi_1$	$\epsilon$	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	$\alpha$	$\lambda$

Составить программу эксперимента для установления зависимости сил резания от углов  $\phi$  и  $\gamma$ , для чего необходимо из табл. 3.1 выбрать последовательно 3-4 резца с постоянными значениями углов, кроме исследуемого параметра (угла  $\gamma$  и  $\phi$ ). При необходимости произвести переточку резцов.

- Произвести тарировку динамометра при фиксированном вылете резца 14 мм, построить тарировочный график в осях  $P_z$ , кН-Н мкм, определить масштаб шкалы динамометра.
  - Обработать вал постоянного диаметра выбранными резцами с фиксацией показаний индикатора динамометра. Обработку производить на, постоянных режимах, заданных преподавателем каждому звену.
  - Обработать вал одним из резцов (по заданию преподавателя) с переменными режимами резания:
    - а) при постоянной скорости и глубине резания, переменной подаче;
    - б) при постоянной глубине резания и подаче, переменной скорости резания (частоте вращения шпинделя);
    - в) при постоянной скорости резания и подаче, переменной глубине резания.
- Результаты оформить в отчете.

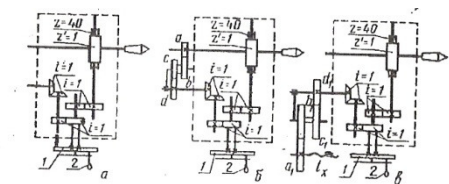


Рис. 1. Схема настройки делительной головки на: а — простое деление; б — сложное деление; в — фрезерование винтовых

- произвести расчеты по настройке делительной головки с анализом полученных результатов обработки.

## Лабораторная работа № 6 Конструкция, кинематика токарно-винторезного станка и проверка его на точность (8 часов)



### Цель работы:

- изучить конструкцию и кинематическую схему горизонтально - фрезерного станка;
- освоить управление станком;
- изучить конструкцию делительной головки;
- освоить настройку делительной головки на простое и дифференциальное (сложное) деление при фрезеровании различных поверхностей.

### Теоретическая подготовка:

- конструкция станка, порядок управления станком;
- способы крепления различных деталей при обработке и фрез;
- кинематическая схема станка, уравнения для определения частоты вращения шпинделя;
- конструкция делительной головки, методика ее настройки на простое и сложное деление при фрезеровании различных поверхностей.

### Оборудование и наглядные пособия:

- универсально — горизонтально - фрезерный станок **6М82**;
- универсальная лимбовая делительная головка;
- фрезы различных типов; демонстрационные плакаты.

### Литература:

- 1.
2. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению /Под ред. С.С. Некрасова. - М.: Агропромиздат, 1991.-286с.
3. Дальский А.М. и др. Технология конструкционных материалов. - М: Машиностроение, 1985.-448с
4. Некрасов С.С. Обработка материалов резанием. - М.: Агропромиздат, 1988 - 335с.
5. Дополнительная литература: справочники по металлорежущему оборудованию.

### Содержание работы:

- изучить конструкцию станка, его кинематическую схему, способы крепления фрез и деталей при обработке ;
- изучить конструкцию делительной головки, ознакомиться со способами фиксации шпинделя головки и его поворота, сменой делительных дисков, включением и выключением червячной передачи, креплением головки к столу станка, методами деления;
- настроить делительную головку на простое деление при фрезеровании детали, имеющей (по вариантам) 3;4;5;6 граней, и на сложное деление при нарезании с помощью делительной головки зубчатых колес с числом зубьев (по вариантам):  $Z_1=13$ ;  $Z_2=15$ ;  $Z_3=17$ ;  $Z_4=19$ ;
- обработать детали в соответствии с заданными вариантами с подбором режимов по нормативной литературе.

### Содержание отчета:

- записать и проанализировать уравнения кинематических цепей частот вращения шпинделя горизонтально- фрезерного станка;
- записать и проанализировать режимы резания, выбранные для обработки заданных поверхностей деталей;
- описать кинематические схемы настройки делительной головки на простое и сложное деление в соответствии с заданными вариантами обработки конкретной детали: (варианты настройки делительной головки приведены на рис.1);

\*При обработке экспериментальных данных, полученных в опыте, необходимо найти функцию  $PZ = f(x)$ , значение которой возможно ближе соответствовало бы результатам эксперимента. В предлагаемой работе общий вид функции известен, поэтому задача математической обработки экспериментальных данных сводится к определению параметров этих функций. Для данных работ приемлемы методы: средних значений, графический или метод наименьших квадратов.

### Содержание отчета:

- Привести показания индикатора динамометра в микрометрах, показания вертикальной составляющей силы резания в килоньютонах с учетом установленного тарифовочного масштаба.

Заполнить табл. 3.2 .

- Построить графические зависимости силы резания от значений главного угла в плане ( $\phi$  и переднего угла  $\gamma$ . Заполнить табл. 3.3 показаний динамометра и силы резания при обработке с переменными режимами.

Результаты измерения силы резания при обработке

Таблица 3.2

Показатель	$\alpha = ; \phi = ; \phi_1 = ;$			$\alpha = ; \gamma = ; \phi_1 = ;$		
	$\gamma =$	$\gamma =$	$\gamma =$	$\phi =$	$\phi =$	$\phi =$
H, мкм						
P <sub>z</sub> , кН						

Результаты измерения силы резания при обработке на различных режимах Таблица 3.3

$\phi =$ $\phi =$ $\alpha =$ $\gamma =$	n=..., об/мин; v=..., м/мин; s=..., мм/об.		t=... , мм; s=..., мм/об v=..., м/мин;		n=..., об/мин; v=..., м/мин; t=..., мм	
	t, мм		n, об/мин		s, мм/об	
H, мкм						
P, кН						

- Изобразить графические зависимости силы резания от режимов обработки. По результатам выявленных зависимостей дать заключение о влиянии геометрических параметров инструмента и режимов резания на силу резания  $P_z$ .

## Лабораторная работа № 4 Влияние геометрических параметров резцов и режимов резания на шероховатость поверхности (4 часа)

### Цель работы.

Установить влияние геометрических параметров резцов и режимов резания на шероховатость поверхности.

### Теоретическая подготовка:

- геометрические параметры резцов;
- режимы резания при точении;
- понятия о шероховатости поверхности, параметры и методы ее определения;
- теоретические закономерности влияния режимов обработки и геометрических параметров резцов на шероховатость поверхности.

### Оборудование и наглядные пособия:

- токарно-винторезный станок **1К62** или **1В62Г**;
- токарные резцы, заточенные с различными значениями главных и вспомогательных углов в плане;
- инструментальный угломер **ЛТМ**;
- образцы шероховатости;
- демонстрационные плакаты.

Содержание работы. Измерить углы заданных резцов, заполнить табл. 4.1.

Результат измерения углов

Таблица 4.1

Номер резца	Значение углов, град							
	$\varphi$	$\varphi_1$	$\epsilon$	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	$\alpha_1$	$\lambda$

По результатам измерений составить программу опытов по выявлению закономерностей влияния главного и вспомогательного углов в плане на шероховатость поверхности (не менее 3 точек).

- Обработать шейки вала равного исходного диаметра на постоянных режимах различными резцами. Режимы обработки задаются преподавателем.
- Оценить визуально, по образцам, шероховатость поверхностей, обработанных резцами с различными углами в плане.
- Обработать шейки вала одним из резцов (по указанию преподавателя) с переменными режимами резания:
  - а) при постоянных значениях **S** и **t** и переменной скорости резания **V** (достигается изменением частоты вращения шпинделя  $V = \pi D n / 1000$ );
  - б) при постоянных значениях **V** и **t**, переменной подаче **S** мм/об.
  - в) при постоянных значениях **V** и **S**, переменной глубине **t** резания, мм.
- Оценить шероховатость поверхности, полученную при обработке на переменных режимах.
- Повторить эксперимент с применением смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ).

### Содержание отчета:

Заполнить таблицу 4.2 оценки шероховатости поверхности, обработанной резцами с различными углами заточки  $\gamma$  и  $\varphi_1$

Результаты оценки шероховатости поверхности, обработанной резцами с различными значениями главного и вспомогательного угла в плане

Таблица 4.2

Параметр шероховатости	Значение углов, град: $\alpha = ; \gamma =$					
	$\varphi_1 =$			$\varphi =$		
	$\varphi =$	$\varphi =$	$\varphi =$	$\varphi_1 =$	$\varphi_1 =$	$\varphi_1 =$
<b>R<sub>z</sub></b> мкм, без СОЖ						
<b>R<sub>z</sub></b> , мкм, с СОЖ						

- По данным табл. 4.2 построить графические зависимости **R<sub>z</sub>=f(φ<sub>1</sub>)** и **R<sub>z</sub>=f(φ)**.
- Заполнить табл. 4.3 оценки шероховатости обработанной поверхности при точении с переменными режимами.

Результат оценки шероховатости поверхности в зависимости от режимов обработки

Таблица 4.3

$\alpha = ; \gamma = ; \varphi = ; \varphi_1 =$	$t = \dots, \text{мм};$ $S = \text{мм/об}$			$t = \dots, \text{мм};$ $n = \text{об/мин}$			$S = \text{мм/об},$ $n = \text{об/мин}$		
	$n, \text{об/мин}$			$S, \text{мм/об}$			$t, \text{мм}$		
<b>R<sub>z</sub></b> , мкм, без СОЖ									
<b>R<sub>z</sub></b> , мкм, с СОЖ									

Построить графические зависимости шероховатости поверхности от режимов обработки **S**, **t** и **V**.

По результатам опытов сделать выводы о влиянии углов в плане резцов и режимов точения на шероховатость обработанной поверхности. Обосновать, при наличии на графиках характерных точек, пояснив их физическую природу (наrost, вибрация, деформация и др.) Оценить влияние СОЖ на шероховатость поверхности при точении.

## Лабораторная работа № 5 Конструкция и кинематическая схема горизонтально - фрезерного станка, конструкция и настройка универсальной лимбовой делительной головки (8 часов)