

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к лабораторной работе*

**«ЗАТОЧКА ФРЕЗ»**

по дисциплине «Технология инструментального производства» для  
студентов специальности

**36 01 03** «Технологическое оборудование  
машиностроительного производства»

БРЕСТ 2008

УДК621.91.002

Методические указания предназначены для оказания помощи студентам при выполнении лабораторной работы, а также могут быть полезны работникам инструментальных подразделений машиностроительных заводов.

Составитель: О.А. Медведев, доцент, к.т.н.

Рецензент: Ю.И. Плющев, доцент, заместитель генерального директора по производству ОАО «Брестмаш»

## 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение технологии заточки и доводки фрез, и приобретение практических навыков заточки фрез с остроконечными зубьями из быстрорежущих сталей.

## 2. ОБОРУДОВАНИЕ

Работа выполняется с использованием следующего оборудования и оснастки: универсально-заточной станок модели ЗМ642; шлифовальные чашечные круги из электрокорунда белого; остроконечные цилиндрические и концевые фрезы общего назначения из быстрорежущей стали; центры и оправки для установки фрез на станке; угломер типа ЗУРИ; угломер универсальный типа УН, образцы шероховатости, лупа Бринелля, масштабная линейка, штангенциркуль, микрометр, индикатор ИЧ10М с магнитным штативом.

## 3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

### 3.1 Виды заточки фрез и применяемое оборудование

Заточка фрез представляет собой шлифование передних и задних поверхностей зубьев фрез. В процессе изготовления фрезы производят ее первичную заточку, в результате которой получают требуемое взаимное расположение, форму и шероховатость рабочих поверхностей зубьев. Первичную заточку фрез производят в следующей последовательности: затачивают передние поверхности зубьев на универсальных или специальных заточных станках, затем шлифуют ленточки по наружной цилиндрической поверхности зубьев на круглошлифовальном станке, после чего производят заточку задних поверхностей зубьев с требуемым задним углом на универсальных или специальных заточных станках.

По мере износа в процессе эксплуатации, фрезы подвергают многократной переточке для восстановления требуемой формы и режущей способности зубьев. Переточку остроконечных фрез, как правило, производят только по задней поверхности, за исключением случаев значительного износа зубьев по передней поверхности.

Переточку фрез и их первичную заточку в условиях единичного, мелкосерийного и серийного производства производят на универсально-заточных станках.

Общее устройство универсально-заточного станка модели ЗМ642 представлено на рис. 1. Позициями обозначены следующие составные части станка: 1- станина; 2- основание стола; 3-роликовые продольные направляющие; 4-моховик поперечной подачи; 5-моховик и планетарный редуктор продольной подачи; 6- реечный механизм продольной подачи; 7-колонна с механизмом вертикальной подачи шлифовальной бабки; 8-шлифовальная бабка; 9-лимб и моховик вертикальной подачи шлифовальной бабки; 10- шпindel со шлифовальным кругом; 11- стол; 12- поперечная каретка. Затачиваемый инструмент устанавливается в приспособлении (тиски, центры, приспособление для заточки сверл и др.), которое базируется на плоскости стола с помощью шпонок, сопрягающихся с продольным т-образным пазом стола и закрепляются посредством винтов и сухарей. Верхняя часть стола может поворачиваться в горизонтальной плоскости и фиксироваться в пределах угла  $\pm 10^\circ$  [3], что необходимо для заточки зубьев конических инструментов. Продольное перемещение стола вдоль рабочей поверхности шлифовального круга осуществляется вручную, путем вращения маховика 5, или рукоятки планетарного механизма, расположенного на задней стороне основания стола. Поперечное перемещение каретки со шлифовальной бабкой и кругом осуществляется вручную вращением маховика 4, по лимбу которого отсчитывается требуемая глубина резания при заточке. Шлифовальная бабка перемещается вертикально путем вращения маховика 9, по лимбу которого отсчитывается величина перемещения. Шлифовальная бабка может поворачиваться вокруг вертикальной оси и фиксироваться в пределах полного оборота.

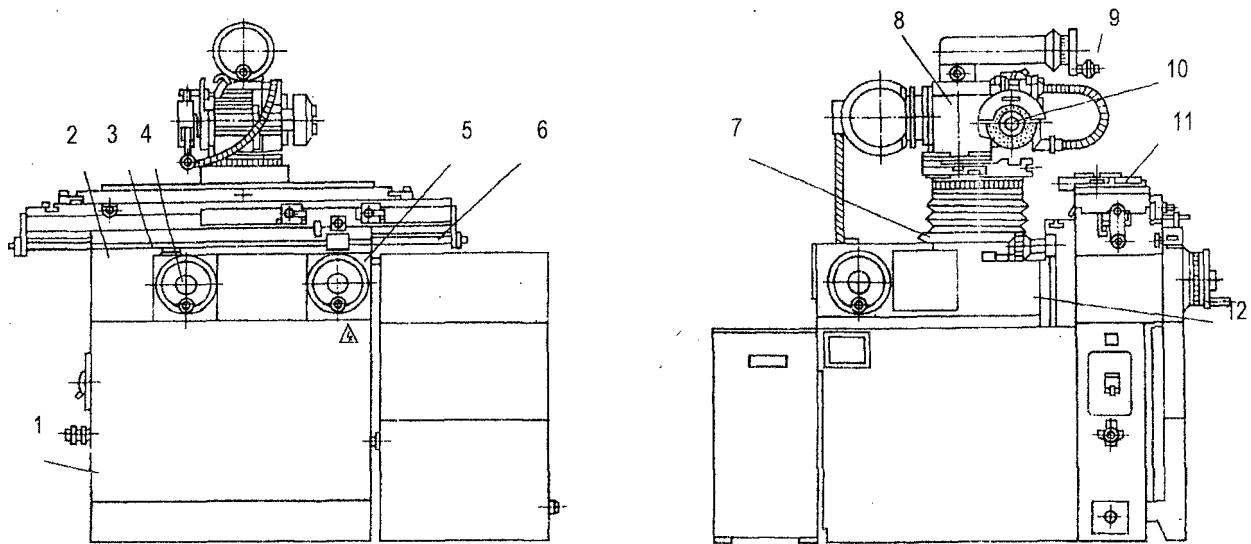


Рис.1 Универсально-заточной станок модели 3М642

Универсально-заточной станок модели 3М642 имеет следующие технические характеристики [4]:

• наибольший диаметр затачиваемого инструмента, мм	250
• наибольшая длина затачиваемого инструмента, мм	500
• размеры рабочей поверхности стола, мм	140 x 800
• продольное перемещение стола, мм	400
• вертикальное перемещение шлифовальной бабки, мм	250
• поперечное перемещение шлифовальной бабки, мм	230
• наибольший диаметр шлифовального круга, мм	200
• частоты вращения круга, об/мин	2240, 3150, 4500, 6300
• мощность электродвигателя привода круга, кВт	1,5
• цена деления лимба поперечной подачи, мм	0,01
• цена деления лимба вертикальной подачи, мм	0,005
• габариты (длина x ширина x высота), мм	1650 x 1470 x 1625
• масса, кг	1400

Затачиваемую насадную фрезу базируют и закрепляют на оправке, которую устанавливают в центрах передней и задней бабок, расположенных на столе универсально-заточного станка. Концевые фрезы базируют непосредственно в центрах по коническим участкам центровых отверстий. Оправки и фрезы зажимают центрами так, чтобы при точном центрировании они имели возможность поворота вокруг своих осей. Для установки затачиваемых фрез также можно использовать универсальную бабку, поставляемую с универсально-заточным станком.

### 3.2 Заточка передних поверхностей зубьев фрез

Заточка фрез по передней поверхности прямых зубьев с режущими кромками на цилиндрической поверхности производится плоским торцом тарельчатого шлифовального круга, расположенным параллельно оси фрезы. Для совмещения торца круга и передней поверхности необходимо повернуть шпиндель шлифовальной бабки на главный передний угол затачиваемых зубьев  $\gamma$  в вертикальной плоскости перпендикулярной оси фрезы. Такая регулировка на станке 3М642 возможна в пределах  $\pm 20^\circ$  [3].

Переднюю поверхность можно совместить с вертикальным торцом круга более просто, путем поворота затачиваемого зуба на угол  $\gamma$  вокруг оси фрезы, от положения, в котором вершина этого зуба и ось фрезы лежат в одной вертикальной плоскости (рис. 2а). После такого поворота вершина затачиваемого зуба будет смещена от оси фрезы в горизонтальном направлении на расстояние  $x$  (рис. 2а). Это смещение можно определить как катет прямоугольного треугольника, противолежащий углу  $\gamma$  между передней поверхностью и радиусом фрезы, проходящим через вершину затачиваемого зуба [2].

$$x = 0,5 \cdot D \cdot \sin \gamma, \quad (1)$$

где  $D$  - диаметр фрезы.

Для настройки горизонтального смещения  $x$  торец тарельчатого круга подводят к вертикальной плоскости срезанного на половину центра - шаблона, установленного в одной из бабок, отводят стол в продольном направлении и, вращая маховик поперечной подачи шлифовальной бабки, отсчитывают по его лимбу требуемое смещение.

Заточку передней поверхности винтовых зубьев фрез производят только конической поверхностью шлифовального тарельчатого круга, контактирующей с зубом по узкой ленточке вдоль высоты зуба. При заточке винтовой передней поверхности плоским торцом круга искажается форма режущей кромки за счет ее подрезания, так как плоскость торца круга ее пересекает.

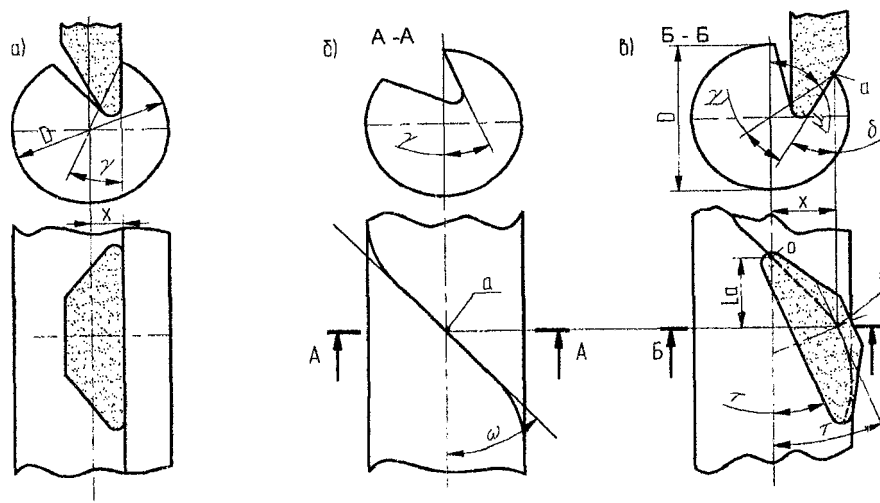


Рис.2 Схемы заточки передних поверхностей зубьев с режущими кромками на цилиндрической поверхности фрезы.

Для совмещения прямолинейной образующей конической поверхности шлифовального круга с прямолинейной образующей винтовой передней поверхности зуба фрезы необходимо затачиваемый зуб повернуть вокруг оси фрезы на угол  $\mu$  (рис. 2 в) от положения, в котором вершина этого зуба и ось фрезы находятся в одной вертикальной плоскости (рис. 2 б)

$$\mu = \gamma + \delta, \quad (2)$$

где  $\gamma$  - главный передний угол зубьев фрезы в ее торцовом сечении;  $\delta$  - угол профиля тарельчатого круга в том же сечении.

Так как ось вращения круга должна располагаться перпендикулярно касательной к проекции винтовой режущей кромки затачиваемого зуба на горизонтальную плоскость в точке контакта круга и кромки, то, угол  $\delta$  приблизительно можно определить по формуле (если  $\mu$  невелик)

$$\delta \approx \arctg\left(\frac{tg\delta_x}{\cos\omega}\right), \quad (3)$$

где  $\delta_x$  - угол профиля тарельчатого круга в его осевом сечении;  $\omega$  - угол подъема винтовой кромки зуба фрезы.

При этом точка а винтовой кромки затачиваемого зуба будет смещена от оси фрезы в горизонтальном направлении на расстояние  $x$  (рис.2 в)

$$x = 0,5 \cdot D \cdot \sin\mu, \quad (4)$$

где  $D$  - диаметр вершин зубьев фрезы.

Таким образом, точка а оказывается на более пологом участке проекции винтовой режущей кромки на горизонтальную плоскость, и касательная в этой точке наклонена к оси фрезы под углом  $\tau$ , который меньше угла  $\omega$ .

При известном значении  $\mu$  угол  $\tau$  определяется из соотношений [2]

$$\begin{aligned} tg\tau &= tg\omega \cdot \cos\mu \\ \tau &= \arctg(tg\omega \cdot \cos\mu) \end{aligned} \quad (5)$$

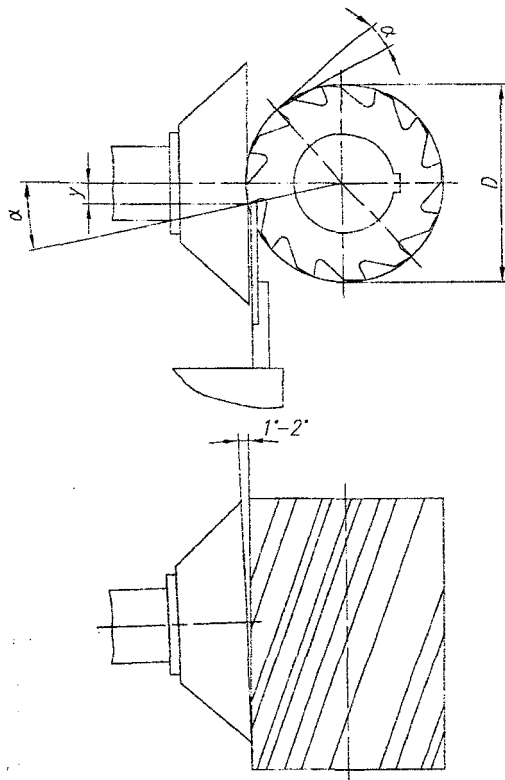
Угловое положение круга относительно оси фрезы настраивают поворотом шпиндельной бабки на угол  $\tau$  от положения, в котором оси круга и фрезы перпендикулярны. Затем, смещая круг в поперечном направлении, приводят в соприкосновение вершину срезанного центра - шаблона с точкой конуса круга, лежащей в его вертикальной осевой плоскости и отстоящей от периферии круга на высоту передней поверхности. От этого положения отсчитывают по лимбу поперечной подачи требуемое смещение  $x$ . Такую настройку не требуется выполнять с высокой точностью, так как допуски на передние углы довольно широки и ошибки шага зубьев при сохранении ленточки задней поверхности не влияют на радиальное биение зубьев.

Заточку передней поверхности каждого зуба выполняют с продольным перемещением стола станка, поджимая фрезу рукой к шлифовальному кругу. Равномерность съема металла с каждого зуба зависит от квалификации заточника. После заточки одного зуба фрезу выводят продольной подачей стола из контакта с кругом, поворачивают ее на угол между зубьями, продольной подачей стола вводят круг в следующую впадину и аналогично затачивают следующую переднюю поверхность.

### 3.3 Заточка задних поверхностей зубьев фрез

Заточку прямых и винтовых зубьев фрез по задней поверхности производят торцом шлифовального круга чашечной формы (рис. 3). Для получения требуемого заднего угла  $\alpha$  зуба фрезы в торцовом сечении его затачивают после поворота фрезы вокруг оси центров на угол  $\alpha$  от положения, в котором начальная точка кромки зуба находится в одной горизонтальной плоскости с осью фрезы. Требуемое повернутое положение задается

соприкосновением передней поверхности заточиваемого зуба фрезы с опорным радиусным лезвием упорки. Задняя поверхность зуба, заточенная в таком повернутом положении, будет совпадать с торцом круга и располагаться под углом  $\alpha$  к касательной, проведенной из вершины этого зуба к окружности вершин зубьев. Положение лезвия упорки



настраивается так, чтобы оно находилось ниже оси фрезы на величину  $y$  и не далее 0,5 мм от режущей кромки в горизонтальном направлении, а, следовательно, от торца заточного круга. Вертикальное смещение упорки можно определить как катет, противолежащий углу  $\alpha$  в прямоугольном треугольнике с гипотенузой примерно равной радиусу фрезы [2,3]

$$y = 0,5D \cdot \sin \alpha, \quad (6)$$

где  $\alpha$  - задний угол зуба фрезы в торцовом сечении.

**Рис. 3** Схема заточки задней поверхности зубьев с режущими кромками на цилиндрической поверхности фрезы

Конструкция универсальной упорки представлена на рис.4. Упорка с помощью вертикального стержня 4, горизонтального стержня 3, кронштейна 1, болта и гайки (на рисунке не показаны) устанавливается в т-образном пазу шлифовальной бабки

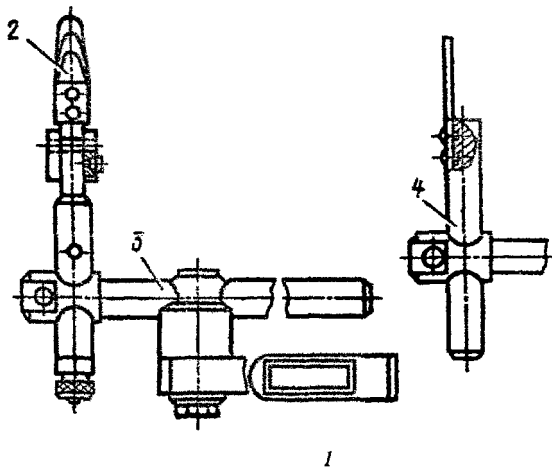
станка. При ослаблении клеммовых зажимов горизонтального стержня и кронштейна можно перемещать вертикальный стержень с лезвием 2 упорки в вертикальном и горизонтальном направлении. Первоначально настраивают требуемое положение упорки в горизонтальном направлении относительно торца круга, а затем - в вертикальном направлении на уровень центров, доводя лезвие до соприкосновения с горизонтальным срезом шаблона (срезанного центра), установленного в одну из бабок центров. От уровня центров производят вертикальное смещение  $y$  лезвия упорки путем вращения головки микрометрического винта, расположенной внизу вертикального стержня и имеющей круговую шкалу с ценой деления 0,05 мм [3]

При использовании упорки без микровинта (на рис. 4 справа), ее вместе со шлифовальной бабкой опускают на расстояние  $y$ , отсчитывая перемещение по лимбу вертикальной подачи шлифовальной бабки с ценой деления  $s = 0,005$  мм. Число делений, которое надо отсчитать по лимбу при вращении рукоятки вертикальной подачи определяется по формуле:

$$m = \frac{y}{s} \quad (7)$$



Чтобы обеспечить касание торца заточного круга с фрезой лишь на коротком участке затачиваемого зуба, шлифовальную бабку поворачивают вокруг вертикальной оси на угол  $1...2^\circ$ . Это так же способствует большей безопасности заточника при ручном поджиге фрезы затачиваемым зубом к упорке и при ручном делительном повороте фрезы для заточки следующего зуба.



Настройка на глубину резания при заточке осуществляется поперечной подачей шлифовальной бабки с отсчетом перемещения по лимбу, после касания вращающимся кругом неизношенного участка задней поверхности зуба и вывода фрезы в продольном направлении из соприкосновения с кругом.

Настройка на глубину резания при заточке осуществляется поперечной подачей шлифовальной бабки с отсчетом перемещения по лимбу, после касания вращающимся кругом неизношенного участка задней поверхности зуба и вывода фрезы в продольном направлении из соприкосновения с кругом.

*Рис. 4 Упорка универсальная.*

Удаление слоя заданной глубины производят при поступательном движении фрезы вдоль ее оси, за счет равномерного вращения одной рукой рукоятки продольной подачи стола. При этом другой рукой заточник поджимает фрезу передней поверхностью затачиваемого зуба к упорке. Если затачивается винтовой зуб, то фреза при сохранении контакта с упоркой будет поворачиваться, и круг сформирует винтовую заднюю поверхность. Если затачивается прямой зуб, то сформируется плоская задняя поверхность. В последнем случае упорка с микровинтом может устанавливаться на продольном столе станка.

После двойного продольного хода фрезы ее выводят из контакта с упоркой, поворачивают на угол между зубьями (делительный поворот) и опирают на упорку следующий зуб для его заточки. Таким образом, при единой настройке на глубину резания затачивают задние поверхности всех зубьев, чтобы уменьшить их радиальное биение. При необходимости удаления больших слоев металла по каждому зубу последовательно выполняют несколько черновых проходов круга, не чередуя их с делительными поворотами для экономии времени. Но последний проход по каждому зубу выполняют при единой настройке на глубину резания.

Для заточки задних поверхностей торцовых зубьев концевых и торцовых фрез, их хвостовики (или хвостовики оправок с насаженными фрезами) устанавливают в коническое отверстие шпинделя универсальной бабки (рис. 5) и крепят резьбовым шомполом 2. Универсальная бабка устанавливается на столе станка и позволяет поворачивать фрезу в трех взаимно перпендикулярных плоскостях на  $360^\circ$ . Отсчет углов поворотов в вертикальной и горизонтальной плоскости производится по градусным шкалам 5 и 6 на корпусе бабки 3, и на ее основании 7. Вокруг оси шпинделя универсальной бабки выполняется делительный поворот фрезы на угол между зубьями, путем вращения маховика 1.

Верхнюю часть универсальной бабки поворачивают в горизонтальной плоскости относительно основания, чтобы ось фрезы оказалась перпендикулярна продольной подаче стола. Затем корпус бабки поворачивают в вертикальной плоскости на требуемый задний угол торцовых зубьев от горизонтального положения шпинделя. К затачиваемому зубу подводят горизонтальную планку - шаблон, установленную на шлифовальной бабке, и поворот

том шпинделя универсальной бабки приводят режущую кромку затачиваемого зуба в соприкосновение с горизонтальной планкой. Зажав шпиндель маховиком 4, касаются затачиваемого зуба торцом вращающегося чашечного круга, отводят фрезу в продольном направлении, настраивают глубину резания, и при ручной продольной подаче от периферии фрезы к ее центру и обратно затачивают зуб. Делительный поворот оотсчитывают с помощью делительного диска с 24 пазами, установленного на задней части шпинделя универсальной бабки, и фиксатора, установленного на верхней плоскости ее корпуса.

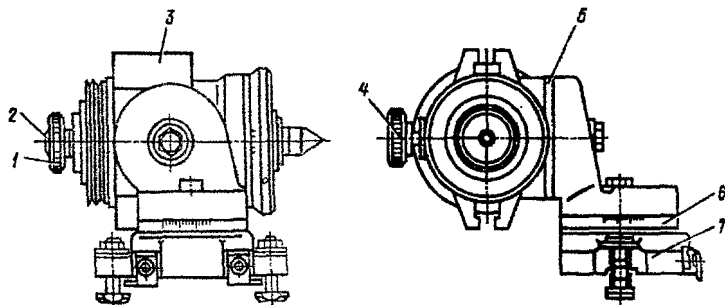


Рис. 5 Универсальная бабка

С помощью универсальной бабки можно затачивать передние и задние поверхности прямых зубьев с режущими кромками на цилиндрической поверхности фрез, не применяя упорку.

### 3.4 Характеристики шлифовальных кругов и режимы заточки

Для заточки передних поверхностей зубьев удобно применять тарельчатые круги типов Т и 1Т из электрокорунда белого диаметром 80...150 мм, шириной 8...16 мм, с углом профиля  $\delta_N = 10^\circ$ . Для заточки задних поверхностей фрез обычно применяют чашечные круги типов ЧК (чашечный конический) и ЧЦ (чашечный цилиндрический) из электрокорунда белого диаметром 100...200 мм, шириной 40...63 мм.

Для заточки плоских передних поверхностей фрез из быстрорежущих сталей повышенной теплостойкости применяют тарельчатые круги из эльбора типа 12А2 с абразивным слоем на плоском торце корпуса из алюминиевого сплава с углом профиля  $20^\circ$ , диаметром 125...200 мм или аналогичные круги типа 12R4 с углом профиля  $25^\circ$  по ГОСТ 17123-79. Для заточки винтовых передних поверхностей следует применять тарельчатые круги из эльбора типа 12V5 с абразивным слоем на конусе корпуса с углом наклона к торцу  $25^\circ$  диаметром 125,150 мм. Для заточки задних поверхностей таких фрез применяют круги из эльбора типа 11А2 и 12А2 с углом  $45^\circ$ , с абразивным слоем на плоском торце, диаметром 125...200 мм [3,4,5].

Рекомендуемые характеристики шлифовальных кругов и режимы заточки фрез приведены в табл. 1 [3].

Зернистость эльбора обозначается дробью, как зернистость алмаза (числитель соответствует размеру ячейки верхнего сита, знаменатель - нижнего сита основной фракции в мкм), или буквой Л и числом, соответствующим размеру зерен в мкм, уменьшенному в 10 раз. В эльборосодержащем слое круга, спеченном с корпусом из алюминиевого сплава, зерна удерживаются бакелитовой (на основе феноло-формальдегидных смол) связкой. Соотношение между объемами эльбора и связки обозначается в виде условной концентрации в % (50%, 75%, 100%, 150%), которая в 4 раза больше реальной объемной концентрации эльбора. При 100%-ой условной концентрации, которая соответствует очень открытой структуре круга с обычным абразивом, в  $1\text{ м}^3$  эльборосодержащего слоя содержится 0,878 мг эльбора [3,4].

Таблица 1. Характеристики кругов для заточки и режимы заточки фрез.

Материал фрезы	Характеристика шлифовального круга				Режимы заточки			
	Абразив	Зернистость	Связка	Структура или концентрация	Твердость	$V$ , м/с	$t$ , мм/д.х.	$S$ , м/мин
Быстрорежущая сталь нормальной теплоустойчивости: P6M5; P9; P12; P18	Электрокорунд белый марок 24А, 25А	16-25	К2 К5	5...7	СМ1 СМ2	15	0,03	1,0
Быстрорежущая сталь повышенной теплоустойчивости: P9Ф2К5; P14Ф4; P18Ф2К5	Эльбор марок ЛО, ЛП	100/80-80/60 или Л12-Л6	Б Б1	100%	С1 С2	25	0,04	1,5

При неправильно выбранных режимах заточки и характеристиках шлифовального круга на заточенных поверхностях образуются прижоги, трещины, происходит изменение структуры подповерхностного слоя, а также искажение геометрической формы рабочих поверхностей и режущих лезвий фрезы в результате отжима шлифовального круга от затачиваемой поверхности.

Схемы маркировки характеристик шлифовальных кругов приведены на рис. 6 и 7.

В качестве СОЖ при заточке фрез из быстрорежущих сталей применяется масло индустриальное марок И- 12А, И-20А с антиприжоговыми и антипенными добавками, или 50...80% раствор концентрата МР-5у в этих маслах.

Для настройки станка на заточку необходимо определить частоту вращения шлифовального круга по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{, об/мин,} \quad (8)$$

где  $V$  - скорость резания, м/мин;  $D$  - диаметр шлифовального круга, мм.  
Рассчитанная частота корректируется по паспорту станка.

Мощность резания при заточке торцом круга определяется по формуле [4]

$$N = C_N \cdot s^r \cdot t^x \cdot B^z \text{, кВт,} \quad (9)$$

где  $C_N = 5,2$  - коэффициент мощности;  $s$  - скорость продольной подачи затачиваемого инструмента, м/мин;  $t$  - глубина резания, мм; ширина затачиваемой поверхности в направлении, перпендикулярном направлению продольной подачи, мм;  $r = 0,3$ ;  $x = 0,25$ ;  $z = 0,6$  - показатели степени.

Приемлемость режимов заточки проверяется по соблюдению условия

$$N \leq N_d \cdot \eta \text{,} \quad (10)$$

где  $N_d$  - мощность электродвигателя шлифовальной бабки, кВт;  $\eta$  - КПД привода круга.  
Число двойных продольных ходов стола по каждому зубу определяется по формуле:

$$m = \frac{a}{t} \text{,} \quad (11)$$

где  $a$  - припуск на заточку.

### 3.5 Доводка зубьев фрез

Для повышения качества заточенных поверхностей и режущей способности фрез, их после заточки часто подвергают доводке. Доводкой называется окончательное чистовое шлифование рабочих поверхностей зуба фрезы. Она необходима для устранения дефектного слоя, оставшегося после заточки, а также для уменьшения радиуса округления режущих лезвий и шероховатости рабочих поверхностей зуба фрезы. Доводка позволяет устранить завалы на заточенных поверхностях, образовавшихся в результате деформации станка и оснастки.

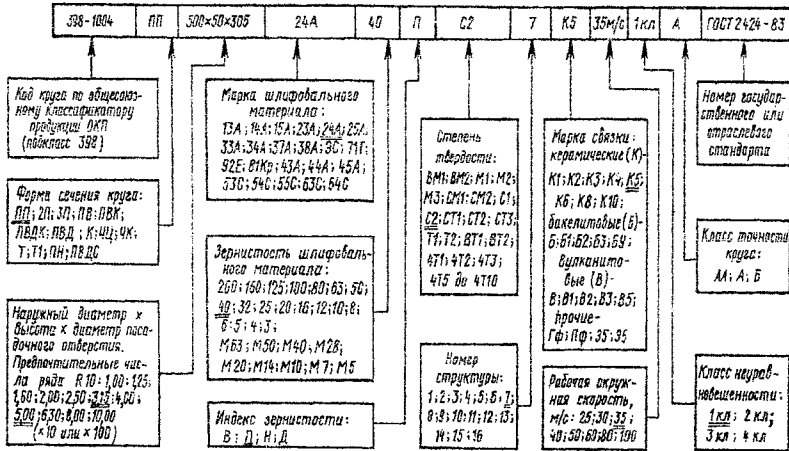


Рис. 6 Маркировка шлифовальных кругов с обычными абразивами

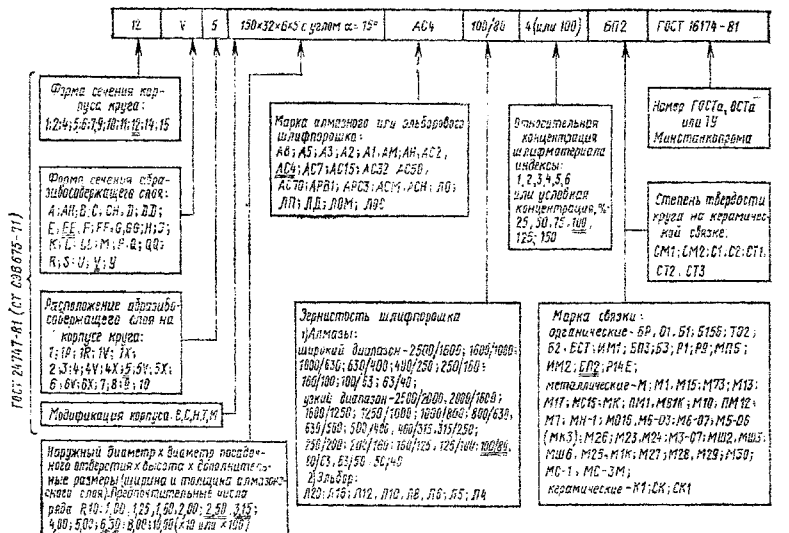


Рис. 7 Маркировка эльборовых и алмазных шлифовальных кругов

Для доводки используют универсально-заточные станки более высоких классов точности. Доводку фрез из быстрорежущих сталей производят кругами из эльбора марок ЛЮ или ЛП, зернистостью 40/28...80/40, на бакелитовой связке Б1 с условной концентрацией зерен эльбора 100% [1,3].

Режимы доводки:  $V = 20$  м/с;  $t = 0,005...0,01$  мм/дв.х;  $s = 0,5$  м/мин.

### 3.6 Контроль качества заточки фрез

Контроль качества заточки рабочих поверхностей фрез вначале производят внешним осмотром, выявляя видимые дефекты: прижоги, сколы кромок, зазубрины, трещины (с помощью лупы или микроскопа). Затем производят инструментальный контроль параметров точности зубьев методами и средствами, указанными в табл.2. Допуски и предельные отклонения геометрических параметров зубьев остrokонечных фрез по ГОСТ 3752-71, ГОСТ 1695-80 приведены в табл. 3 [1,3].

### 4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Получить у преподавателя индивидуальное задание на разработку операции заточки фрезы (тип фрезы, значение геометрических параметров, степень и вид износа рабочих поверхностей, серийность производства).

2. Определить припуск на заточку рабочих поверхностей (если он не определен при выполнении работы по изучению износа фрез).

3. Определить состав и порядок выполнения основных и вспомогательных переходов в операции заточки фрезы.

4. Определить типоразмер и модель заточного оборудования, изучить его паспортные данные и руководство по эксплуатации.

5. Выбрать шлифовальный круг, вспомогательный инструмент для его установки и приспособления для установки и осуществления делительных поворотов фрезы. Составить маркировку характеристик шлифовального круга. Рассчитать величины настроечных смещений и углов поворотов круга и технологической оснастки, используемой на универсально-заточном станке.

6. Определить и скорректировать режимы заточки и доводки фрезы.

7. Выполнить наладку и настройку универсально-заточного станка и оснастки.

8. Выполнить операцию заточки фрезы, соблюдая правила охраны труда.

Заточка выполняется под наблюдением учебного мастера, проводящего лабораторное занятие. Станок можно включать только после проверки его настройки учебным мастером. Запрещается стоять в плоскости вращения круга, прикасаться к вращающимся частям станка, работать без кофуха круга и защитных очков.

9. Выбрать средства контроля, провести контроль качества заточки фрезы.

Таблица 2. Методы и средства контроля фрез после заточки

№ п/п	Проверяемые параметры	Обозначение	Методы и средства контроля
1	Радиальное биение зубьев фрезы по наружному диаметру	$\delta$	В центрах на столе заточного станка, как разность наибольшего и наименьшего показаний индикатора, при его касании всех режущих кромок фрезы
2	Грубые дефекты, шероховатость заточенных поверхностей и режущих лезвий	-	Внешним осмотром, с помощью лупы или микроскопа, измерение шероховатости на профилографе - профилометре

Продолжение таблицы 2

3	Передний угол Задний угол	$\gamma$ $\alpha$	Угломером типа ЗУРИ
4	Отклонение от цилиндричности наружного цилиндра фрезы	$\Delta D$	Измерение микрометром наружного диаметра фрезы вблизи от торцов фрезы
5	Ширина ленточки на задней поверхности	$f$	Измерение на микроскопе или с помощью лупы Бринелля

Таблица 3. Допустимые отклонения параметров фрез

Параметр	Условия контроля	Обозначение и размерность	Величина допуска или предельных отклонений
Задний угол	$\alpha \leq 20^\circ$	$\Delta\alpha$ , град.	Верх. +2, ниж. 0
	$\alpha > 20^\circ$		Верх. +3, ниж. 0
Передний угол	$\gamma$	$\Delta\gamma$ , град.	Верх. +2, ниж. 0
Радиальное биение зубьев по наружному цилиндру	для двух смежных зубьев	$\Delta$ , мм	0,03
	для двух противоположных зубьев		0,06
Допуск цилиндричности наружного цилиндра при длине рабочей части фрезы	$\leq 50$ мм	$\Delta D$ , мм	0,02
	$> 50$ мм		0,03
Шероховатость рабочих поверхностей	после заточки	$R_a$ , мкм	0,63 ... 0,32
	после доводки		0,32 ... 0,16
Ширина цилиндрической ленточки на задней поверхности режущего лезвия		$f$ , мм	Не более 0,05

Таблица 4. Протокол контроля качества заточки фрезы

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение, размерность	Значение параметра	
1	Радиальное биение зубьев фрезы по наружному цилиндру	$\Delta$ , мм	действительное	
			допустимое	
2	Передний угол	$\gamma$ , град.	заданный	
			измеренный	
3	Отклонение переднего угла	$\Delta\gamma$ , град.	действительное	
			допустимое	
2	Задний угол	$\alpha$ , град.	заданный	
			измеренный	
3	Отклонение заднего угла	$\Delta\alpha$ , град.	действительное	
			допустимое	
4	Отклонение от цилиндричности наружного цилиндра фрезы	$\Delta D$ , мм	действительное	
			допустимое	
5	Ширина цилиндрической ленточки на задней поверхности зуба фрезы вдоль режущего лезвия	$f$ , мм	действительная	
			допустимая	
6	Параметр шероховатости рабочих поверхностей	$R_a$ , мкм	действительный	
			допустимый	

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы;
2. Оборудование и оснастка, для выполнения работы;
3. Описание этапов разработки операции заточки с выполнением расчетов параметров настройки станка и оснастки и изображением схем заточки;
4. Описание порядка выполнения основных и вспомогательных переходов операции заточки фрезы;
5. Протокол результатов контроля заточенной фрезы (табл. 4);
7. Выводы.

## 6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Порядок первичной заточки и переточек рабочих поверхностей фрез с остроконечными зубьями.
2. Общее устройство универсально-заточного станка.
3. Назначение, устройство и установка центровых бабок и упорки.
4. Назначение, устройство и установка универсальной бабки.
5. Типы и формы шлифовальных кругов для заточки передних и задних поверхностей зубьев фрез.
6. Определение настроечных смещений и поворотов круга и приспособлений для заточки передней и задней поверхностей прямозубых и косозубых фрез.
7. Характеристики шлифовальных кругов для заточки и доводки фрез.
8. Определение режимов заточки и проверка их приемлемости.
9. Порядок выполнения рабочих ходов при заточке задних поверхностей зубьев фрезы.
10. Контроль качества заточки и доводки фрез.

## 7. ЛИТЕРАТУРА

1. Башкин В.И. Справочник слесаря - инструментальщика. - М.: Высшая школа, 2000.
2. Палей М.М. Технология производства металлорежущих инструментов. - М.: Машиностроение, 1982.
3. Попов С.А. Заточка и доводка режущего инструмента. - М.: Высш. шк., 1986.
4. Справочник технолога - машиностроителя. Т2 / Под ред. А.М. Дальского. - М.: Машиностроение, 2003.
5. Юликов М.И., Горбунов Б.И., Колесов Н. В. Проектирование и производство режущего инструмента. М.: Машиностроение, 1987.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

**Составитель:**

Медведев Олег Анатольевич

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к лабораторной работе*

**«ЗАТОЧКА ФРЕЗ»**

по дисциплине «Технология инструментального производства»

для студентов специальности

**36 01 03 «Технологическое оборудование**

**машиностроительного производства»**

Ответственный за выпуск Медведев О.А.

Редактор Стрсакач Т. В.

Компьютерная верстка Боровикова Е.А.

Корректор Никитчик Е. В.

---

Подписано к печати 9.12.2008 г. Формат 60х84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага «Снегурочка».

Усл. п.л. 0,93. Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 60 экз. Заказ № **1213**.

Отпечатано на ризографе Учреждения образования  
«Брестский государственный технический университет»  
224017, Брест, ул. Московская 267.