

В. В. ЛОСКУТОВ  
П. П. ЗАГРЕЦКИЙ

*Памятка*

ЗАТОЧНИКА  
РЕЖУЩЕГО  
ИНСТРУМЕНТА

МАШГИЗ  
1 9 4 5





Доц. В. В. ЛОСКУТОВ, инж. П. П. ЗАГРЕЦКИЙ

# ПАМЯТКА ЗАТОЧНИКА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА



НКТИМ СССР

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ  
ЛИТЕРАТУРЫ

Москва

1945

Свердловск

*В книге описаны способы заточки и доводки режущего инструмента, применяемые при этом абразивы, станки и приспособления. Даны указания о правильном выполнении углов режущей части инструмента и контроле качества заточки.*

*Книга предназначена для рабочих заточников, осваивающих эту профессию или желающих повысить свою квалификацию.*

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В период Великой отечественной войны, когда наш народ ведет героическую борьбу с озверелым фашизмом, на производство идут новые, малообученные кадры рабочих, которые горят желанием своим упорным трудом помочь Красной Армии разгромить врага. Поэтому необходимо дать возможность этим рабочим приобрести знания и квалификацию в короткий промежуток времени.

Для того, чтобы приобрести квалификацию заточника режущих инструментов, надо знать конструкцию затачиваемого инструмента, технологию заточки наиболее употребительного инструмента, станки и приспособления, на которых производится заточка. Рабочий должен уметь правильно заточить углы резания инструмента и правильно их проверить соответствующим шаблоном или прибором. Наконец, рабочий должен правильно выбрать для своей работы шлифовальный круг — от этого зависит производительность его труда.

Режущий инструмент многократно перетачивается; правильность заточки повышает производительность инструмента в работе и, удлиняя срок его службы, экономит стране дефицитные инструментальные стали.

В данной работе читателю даются необходимые первоначальные сведения по заточке режущего инструмента. Они должны помочь быстро овладеть специальностью заточника средней квалификации.

---

## ШЛИФОВАЛЬНЫЙ КРУГ

Шлифовальным кругом называется режущий инструмент, служащий для обработки металлов резанием. Любой шлифовальный круг представляет собой пористое тело, состоящее из массы зерен абразивного материала, связанных между собой цементирующим веществом, называемым связкой. Шлифовальный круг снимает стружку с металла вершинами абразивных зерен, представляющих собой отдельные резцы, беспорядочно расположенные в массе круга (рис. 1).

Зерна-резцы получаются в результате дробления кускового абразивного материала, поэтому размеры углов и форма их случайные. Также случайно расположение их на рабочей поверхности круга, что зависит от перемешивания и формовки абразивной массы при изготовлении круга. Вследствие беспорядочного расположения абразивных зерен-резцов и случайных углов резания на них шлифовальный круг в своей работе требует значительно большей затраты энергии и времени для снятия слоя металла, чем обычные металлургические резцы. В то же время шлифовальный круг обладает целым рядом преимуществ.

Процесс шлифования дает точную обработку изделия в пределах тысячных долей миллиметра и высокое качество поверхности. Шлифовальный круг благодаря высокой твердости абразивных зерен-резцов (большей, чем обрабатываемый металл) может легко обрабатывать высокотвердые и закаленные стали, а также твердые сплавы. Наконец, отличительной его особенностью является способность самозатачиваться. В процессе работы шлифовального круга вершины абразивных зерен притупляются; по мере притупления возрастает давление на них со стороны обрабатываемого изделия. В определенный момент времени под влиянием этого давления прочность зерна или связки нарушается, и зерно выкрашивается частично или полностью. При частичном выкрашивании на оставшемся абразивном зерне появляются более острые режущие грани, а при полном выкрашивании зерна из массы круга в работу вступает следующий слой новых абразивных зерен, и нормальный процесс резания возобновляется.

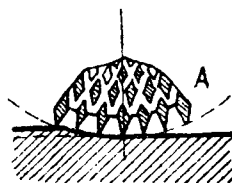


Рис. 1. Структура шлифовального круга

Правильный выбор шлифовального круга при заточке режущего инструмента имеет огромное значение. Круг может быть выбран правильно, если известны его техническая характеристика и физические свойства обрабатываемого материала. Под характеристикой шлифовального круга понимают:

- а) род абразивного материала, из которого состоит круг;
- б) зернистость — величина зерна абразивного материала;
- в) связку — цементирующее вещество, которым связаны абразивные зерна;
- г) твердость — степень сопротивления выкрашиванию абразивных зерен из шлифовального круга;
- д) форму и размер.

Рассмотрим эти вопросы.

## § 1. Абразивный материал

Абразивный материал представляет собой минерал естественного или искусственного происхождения. Раздробленный до мелких зерен, абразивный материал, собственно, и производит резание обрабатываемого материала. К естественным абразивным материалам принадлежит наждак, корунд. К искусственным относится карборунд (искусственный корунд) и карбид бора. Наиболее употребительными при производстве шлифовальных кругов являются: естественный корунд, карборунд в электрокорунд. Наждак и карбид бора в настоящее время применяются в качестве шлифующих порошков для целей притирки и доводки в виде различного рода паст и шлифовальных шкур.

**Наждак.** Наждак представляет собой горную породу, состоящую из смеси корунда и магнезита (руды железа). По внешнему виду наждак похож на тонкозернистую руду различных цветов, в зависимости от содержания окиси железа. Поверхность наждака неровная, излом неравномерный. Содержание чистого корунда в наждаке 40—50%.

**Корунд.** Существующие под названием корунда непрозрачные его разновидности синевато-серого, грязножелтого и серо-коричневого цвета содержат до 90% и более окиси алюминия (глинозема) и известны в Советском Союзе под названием корунда Семиз-Бугу (по месту его добычи). Высокая твердость зерен корунда и способность при дроблении давать раковистый излом с острыми гранями дают возможность широко использовать корунд для изготовления шлифовальных кругов.

Способность зерна корунда сохранять свою форму под действием усилия резания (вязкость) незначительна, поэтому его нельзя применять для кругов, работающих в тяжелых условиях, например, снятие заусенцев, обдирка и т. п.

**Электрокорунд.** Такое название в последнее время получил искусственный корунд по способу его получения путем электрической плавки из материалов, богатых окисью алюминия (например, боксит и глинозем). В зависимости от содержания

окси алюминия электрокорунд делится на 2 сорта: 1) белый электрокорунд (корракс), содержит 97% и выше окиси алюминия, имеет светлорозовый цвет; 2) нормальный электрокорунд (алунд), содержит окиси алюминия не менее 87—91%, имеет цвет от серо-коричневого до темнокоричневого. Электрокорунд имеет кристаллическое строение и применяется для относительно грубого шлифования различных сталей, железа и кованого чугуна. Для более точных работ применяется белый электрокорунд.

**Карборунд.** Карборунд по своему составу представляет собой углеродистый кремний (карбид кремния) и является ценным шлифующим материалом. Карборунд имеет зерна темно-синей и зеленой окраски с красивыми цветами побежалости и металлическим блеском. В зависимости от содержания чистого карбида кремния карборунд делится на:

1) зеленый карборунд (карборунд-экстра) с содержанием карбида кремния не менее 97%; применяется для обработки твердых сплавов;

2) черный карборунд обычно черного или темносинего цвета с характерным металлическим блеском и цветами побежалости. Содержание карбида кремния 95—97%. Применяется для обработки хрупких или очень мягких материалов.

Важнейшими свойствами карборунда являются острота его зерен и высокая твердость (тверже его только алмаз и карбид бора), однако вязкость его невысокая. Благодаря остроте режущих граней зерен он легко врезается в обрабатываемый металл.

Твердость абразивных материалов шлифовальных кругов определяется обычно по принятой в минералогии шкале Мооса.

По шкале Мооса все минералы разделены на 10 классов. Самым мягким считается тальк и самым твердым — алмаз. Всякий последующий по шкале минерал царапает (оставляет риску) на предыдущем, с меньшим номером.

Порядок нумерации классов дан в табл. 1.

Таблица 1

Материал	Класс твердости	Материал	Класс твердости
Тальк . . . . .	1	Полевой шпат . . . . .	6
Каменная соль . . . . .	2	Кварц, кремень . . . . .	7
Известковый шпат . . . . .	3	Топаз . . . . .	8
Плавиковый шпат . . . . .	4	Рубин . . . . .	9
Апатит . . . . .	5	Алмаз . . . . .	10

По этой шкале корунд, карборунд и карбид бора занимают место между 9 и 10-м классом, наждак в зависимости от сорта лежит в пределах 8—9-го класса.



## § 2. Зернистость

Зернистость шлифовальных кругов характеризуется размером зерен абразивного материала и обычно обозначается номерами от 8 до 700.

Соответственно величине зерен абразивный материал (сырье) можно разбить на шлифзерно, шлифпорошки и микропорошки. Определение номера зернистости может быть произведено двумя способами: методом просева абразивного материала через ряд сит, имеющих определенное число отверстий на погонный дюйм, и методом отмучивания абразивного порошка в воде. В первом случае абразивный материал сортируется примерно до зернистости 200—230<sup>1</sup>, а во втором случае до зернистости 325 и микропорошки. Однако возможно применять отмучивание для всех шлифпорошков. В практике шлифпорошки и микропорошки еще называются минутниками, т. е. по величине затраченного времени на прохождение абразивным порошком одного метра столба воды при его отмучивании. Для микропорошков величину зерна принято обозначать не номером зернистости, а размером зерна в микронах (микрон = 0,001 мм).

В табл. 2 приведены сравнительные данные зернистости абразивного материала.

Таблица 2

№ зернистости	Обозначение для минутников	Группа зернистости	Пределы размера зерна в микронах
8	—	Шлифзерно	Менее 2330 до 1680
10	—		" 2000 — 1190
12	—		" 1680 — 840
16	—		" 1190 — 710
20	—		" 840 — 500
24	—		" 710 — 350
36	—		" 500 — 250
46	—		" 350 — 177
60	1		" 250 — 149
80	1/8'		" 177 — 125
100	1/4'	" 149 — 105	
120	1/2'	Шлифпорошки	Менее 152 — 88
140	1'		" 105 — 74
170	2'		" 88 — 62
200	3'		" 74 — 53
230	3'		" 62 — 44
270	5'		" 53 — 36
325	10'		" 44 — 28
M28	15'	Микропорошки	Менее 28 — 20
M20	30'		" 20 — 14
M14	60'		" 14 — 10
M10	120'		" 10 — 7
M7	240'		" 7 — 5

<sup>1</sup> Номер зернистости примерно равен числу отверстий в сите на один погонный дюйм.

Шлифовальные круги соответственно величине зерна абразивного материала группируются согласно табл. 3.

Таблица 3

Группа зернистости	Обозначение фирмы Нортон- Карборунд и К°	№ зернистости отечественных заводов
Весьма мелкозернистые . . . . .	220, 200, 180, 150	230, 200, 170, 140
Мелкозернистые . . . . .	120, 100, 90, 80	120, 100, 80
Среднезернистые . . . . .	70, 60, 50, 46	80, 46
Крупнозернистые . . . . .	36, 30, 24, 20	36, 24
Весьма крупнозернистые . . . . .	16, 14, 12, 10	16, 12, 10, 8

Выбор зернистости круга зависит главным образом от обрабатываемого предмета, требуемой чистоты поверхности и точности. Крупное зерно ускоряет работу шлифования, но зато на шлифуемой поверхности остаются значительные по величине штрихи.

Зернистость 140—200 применяется для особо тщательного шлифования; зернистость 60—100 для окончательного шлифования, точки и правки мелких режущих инструментов; зернистость 36—40 для предварительной и окончательной точки более крупных инструментов, шлифования меди, латуни, твердого литья; зернистость 16—24 для обдирки стали, литого и ковального железа; зернистость 10—12 для чистки чугунного литья и тому подобных работ.

### § 3. Связка

Отдельные шлифующие зерна, раздробленные и рассортированные по величине, связываются цементирующим веществом (связкой), удерживающим зерна на поверхности круга до их притупления. От выбора связки и ее прочности зависит работа круга.

Связки бывают: керамическая, силикатная, магнезиальная, бакелитовая, вулканитовая, шеллаковая и олеонитовая.

Керамическая связка. Круги с керамической связкой, для которых в качестве цементирующего вещества применяется огнеупорная глина, полевой шпат, кварц, нафталин и тальк, имеют широкое применение при заточке инструмента.

Керамические круги изготавливаются как прессованными, так и литыми. Последние отличаются большей пористостью и хрупкостью. Керамическая связка делает круги прочными, водоупорными. При изготовлении круга посредством подбора рецепта связки ему можно придать разную твердость, а при прессовании задать различную пористость круга в определенных пределах.

Благодаря высокой пористости керамические круги не засаливаются, легко режут металл и, обладая большой водоупорностью, допускают мокрое шлифование.

К недостаткам этих кругов надо отнести невозможность работы при скоростях больше 35 м/сек, хрупкость связки (небольшая прочность круга на боковой излом) и возможный отжиг инструмента при неправильном подборе характеристики круга. Процесс изготовления круга длителен (до 20 дней) и сложен.

**Силикатная связка.** Силикатная связка (с применением жидкого стекла) обладает недостаточной прочностью в силу того, что жидкое стекло слабо сцепляется с абразивными зернами. Такая связка применяется, когда обрабатываемая поверхность чувствительна к повышению температуры в процессе резания.

Указанные круги обычно работают без охлаждения. Процесс изготовления кругов занимает небольшой период времени.

**Магнезиальная связка.** Связующим веществом магнезиальных кругов является цемент Сореля. Круги этой связки неоднородны, быстро и неравномерно срабатываются. Весьма чувствительны к сырости, под действием которой они разлагаются; применяются только для сухой точки.

**Бакелитовая связка.** Бакелитовые круги, изготовленные на жидком или порошкообразном бакелите (искусственная смола), по производительности несколько ниже керамических кругов. Имеют относительно малую пористость (затрудняется процесс удаления стружки), отсительно быстро срабатываются. При тяжелых работах, где температура резания достигает более 300°, связка способна к выгоранию, а зерна к преждевременному выкрашиванию. Указанные круги обычно работают без охлаждения. Процесс изготовления кругов занимает небольшой период времени. Достоинством этой связки является возможность изготовления кругов различной твердости, относительная температуроустойчивость. Бакелитовые связки имеют большую прочность и делают круги упругими. Это дает возможность работать бакелитовым кругом при окружных скоростях, достигающих 67—75 м/сек, что снижает нагрузку на зерно и увеличивает стойкость круга. Упругость связки дает возможность изготавливать тонкие круги (от 0,5 мм), применяемые для различных прорезных работ.

**Вулканитовая связка** — сравнительно часто встречающаяся связка, изготовленная из каучука, подвергшегося вулканизации. Вулканитовые круги обладают большей упругостью, чем бакелитовые, поэтому они с успехом применяются при прорезных работах. Они обладают значительно меньшей пористостью, менее устойчивы при повышении температуры. Уже при температуре 150°С связка размягчается и начинает выгорать. Вулканитовые круги допускают мокрое шлифование и обладают большей полирующей способностью, чем бакелитовые.

**Шеллаковая связка.** Круги шеллаковой связки более пористые, чем вулканитовые. Они обладают лучшей шлифующей и высокой полирующей способностью, быстро изнашиваются. Шеллаковая связка, а также и олеонитовая в настоящее время вышли из употребления ввиду отсутствия сырья. Они могут быть заменены другими связками.

## § 4. Твердость шлифовального круга

Под твердостью шлифовального круга понимают не твердость зерен, а прочность связующего материала, т. е. усилие, которое нужно приложить к зерну, чтобы вырвать его из связки.

По мере затупления зерна возрастает степень скольжения зерна по обрабатываемой поверхности, а следовательно, и сила трения. Под действием возрастающего давления зерно-резец должен частично или полностью выкрошиться. Твердость шлифовального круга считается правильно выбранной, если затупившееся абразивное зерно будет своевременно отрываться в тот момент, когда новые острые зерна вступят в работу. Если этого не происходит, значит шлифовальный круг слишком тверд, его затупившиеся зерна задерживаются слишком долго, и круг будет „гореть и засаливаться“. Если зерно отрывается еще будучи острым, то круг считается мягким, он быстро уменьшается в размере. Налицо слишком большой износ круга и большие изменения размеров шлифуемого изделия.

Для удовлетворения всех условий работы круга ОСТ 2620 установлены девять степеней твердости шлифовальных кругов (см. табл. 4).

Для определения твердости круга существуют специальные приборы, при помощи которых весьма точно может быть произведена сортировка кругов по твердости.

Кроме механического способа определения твердости круга существует ручной способ, который основан на учете сопротивления выкрашиванию при врезании в круг лезвия стандартной по размерам вращаемой отвертки. При определении твердости ручным способом должна производиться проверка по эталонному кругу с заранее известной твердостью.

## § 5. Форма и размер шлифовального круга

В зависимости от назначения, шлифовальному кругу задаются определенные форма и размер. Формы шлифовальных кругов довольно разнообразны. Согласно существующим ОСТ они имеют 42 наименования. В табл. 5 представлены наиболее употребительные формы шлифовальных кругов, применяемых при изготовлении режущего инструмента.

Наиболее распространенной формой круга является форма ПП. Применяется для всех видов шлифования, заточки прогонок (наименьшие диаметры) и резцов.

Форма Д имеет небольшие размеры по высоте круга. Обычно применяется для различного рода прорезных работ и заточки мелких протяжек.




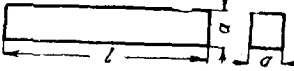
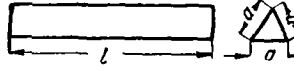
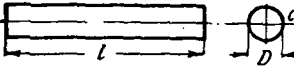
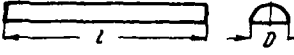
Формы 1П, 2П, 3П, 4П применяются для заточки заднего угла фрез с американским зубом, для шлифования резьбовых фрез и для заточки отдельных видов специального инструмента.

Форма ПВ имеет преимущественное значение при заточке сверл по заднему углу. Для подточки перемычки применяются шлифовальные круги формы Д.

Таблица 4

Степень твердости	Обозначения по ОСТ 2620	Обозначения, применяемые иностран- ными фирмами		
		Нортон Наксос Унион, Универсаль	Карборунд	Абразив
Чрезвычайно мягкие	ЧМ	Е	Z	—
	—	—	Y	—
Весьма мягкие	—	—	X	G
	ВМ <sub>1</sub>	F	W	—
	—	—	V	H
	ВМ <sub>2</sub>	G	U	I
Мягкие	М <sub>1</sub>	H	T	I
	—	—	S	K
	М <sub>2</sub>	I	R	—
	—	—	P	L
	М <sub>3</sub>	J	O	—
Среднемягкие	—	—	N	L+
	СМ <sub>1</sub>	K	M	M
	СМ <sub>2</sub>	L	L	M+
Средние	С <sub>1</sub>	M	K	N
	С <sub>2</sub>	N	J	O
Среднетвердые	СТ <sub>1</sub>	O	J	O
	—	—	I+	P
	СТ <sub>2</sub>	P	H	—
	—	—	H+	P
	—	—	G	Q
	СТ <sub>3</sub>	Q	G+	Q+
Твердые	—	—	F	R
	Т <sub>1</sub>	R	E	S
	Т <sub>2</sub>	S	D	T
Весьма твердые	ВТ <sub>1</sub>	T	—	U
	ВТ <sub>2</sub>	V	—	W
Чрезвычайно твердые	ЧТ <sub>1</sub>	W	—	—
	ЧТ <sub>2</sub>	Z	—	—

Наименование формы круга или бруска	Форма сечения круга или бруска	Условное обозначен. формы	Номер ОСГ
1 — Круги			
1. Плоский прямого профиля		ПП	20198-40
2. Диск		Д	20205-40
3. Плоский конического профиля			
а) с двухсторонним коническим профилем в 90°		1П	20199-40
б) с двухсторонним коническим профилем в 40°		2П	20199-40
в) с односторонним коническим профилем в 45°		3П	20199-40
г) с односторонним коническим профилем в 30°		4П	20199-40
4. Плоский с выточкой		ПВ	20200-40
5. Плоский с выточкой с двух сторон		ПВД	20202-40
6. Чашки цилиндрические		ЧЦ	20209-40
7. Чашки конические		ЧК	20210-40

Наименование формы круга или бруска	Форма сечения круга или бруска	Условное обозначен. формы	Номер ОСТ
8. Тарелки		1Т	20211-40
		2Т	20211-40
		3Т	20211-40
<b>II — Бруски</b>			
9. Бруски шлифовальные квадратные		БКв	20137-39
10. Бруски шлифовальные трехгранные		БТ	20138-39
11. Бруски шлифовальные круглые		БКр	20139-39
12. Бруски шлифовальные полукруглые		БП	20140-39

Формы ЧЦ и ЧК имеют распространение при заточке различного рода фрез, разверток, зенковок, резцов по задней грани и приемному конусу.

Формы 1Т, 2Т, 3Т применяются для заточки инструмента по передней грани на универсальных заточных станках, а также для заточки переднего угла различного рода червячных и шлицевых фрез со спиральным зубом. Для заточки этих фрез возможно применять и форму 3П и 4П.

Все выпускаемые отечественными заводами круги имеют определенные стандартные размеры. При этом установлено, что общей условной маркировкой этих кругов будет: обозначение формы круга, диаметр круга, высота и диаметр отверстия. Так, например:

ПП300 × 32 × 127 означает, что  
 $D = 300 \text{ мм}$ ,  $H = 32 \text{ мм}$  и  $d = 127 \text{ мм}$ .

Каждый выпущенный в производство круг должен иметь определенную маркировку с указанием завода-изготовителя, рода абразивного материала, зернистости, твердости круга, рода связи, размера и допустимой окружной скорости круга.

Например: ЗАЗ означает Златоустовский абразивный завод, К — карборунд, 36 — зернистость, С<sub>1</sub> — средняя твердость, Б — бакелитовая связка, 450 × 50 × 127 — размер, 25—35 м/сек — допустимая окружная скорость.

На шлифовальном круге это будет иметь следующий вид (рис. 2).

## § 6. Правка шлифовального круга

Правка круга преследует две цели: выравнивание профиля круга и затачивание (принудительное удаление затупившихся зерен, еще удерживаемых связкой). Число правок круга для определенной работы прямо зависит от того, насколько правильно выбран круг для этой работы. При правильном выборе характеристики круга происходит его самозатачивание, в силу чего отпадает вопрос о его правке для придания остроты режущим зернам. Для правки шлифовальных кругов применяются: 1) алмазы; 2) алмазно-металлические карандаши; 3) карборундовые круги; 4) шарошки или звездочки; 5) карборундовые осколки.

Алмаз, являясь наиболее твердым веществом, допускает правку всех шлифовальных кругов. Алмаз применяется для чистовой отделки кругов при шлифовании точных изделий, а также в случае профилирования круга при чистовых операциях заточки. В других случаях применение алмазов недопустимо ввиду их дороговизны и неэкономичности.

Так как алмаз боится толчков и чувствителен к резким температурным воздействиям, недопустима правка алмазом плохо закрепленным в оправке станка, и правка при капельном охлаждении (появление трещин). Правка должна производиться при обильном охлаждении (не менее 20 л/мин) при рабочем режиме круга.

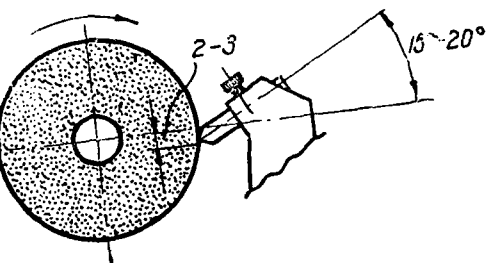


Рис. 3. Установка алмаза для правки круга

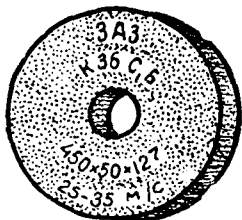


Рис. 2. Маркировка шлифовального круга

Допустимая толщина снимаемого слоя должна быть не более 0,01—0,03 мм.

Алмаз устанавливается на столе станка ниже центра круга на 2—3 мм с наклоном под углом 15—20° по направлению его вращения (рис. 3).

Алмазно-металлические карандаши.

Крупные алмазы стоят очень дорого, поэтому их стараются заменить мелкими или так называемой алмазной крошкой (0,1—0,3 кар. та). На рис. 4 показан разрез алмазно-металлического карандаша. Как видно из рисунка, он представляет собой цилиндрок  $\varnothing 6$ —2 мм и длиной 10—20 мм, внутри которого слоями или по оси  $\Gamma$  а положена мелкая алмазная крошка, цементирован-



ная тугоплавкими металлами группы: кобальт, никель, вольфрам.

Править алмазно-металлическим карандашом можно круги всех твердостей, зернистости и размеров, только правильно подобрав сорт и размер карандаша.

Карборундовые круги. Правка этими кругами производится в специальных приспособлениях, установленных на шлифовальном станке. Ввиду их малого применения при заточке инструмента подробно останавливаться на этом вопросе нет необходимости.

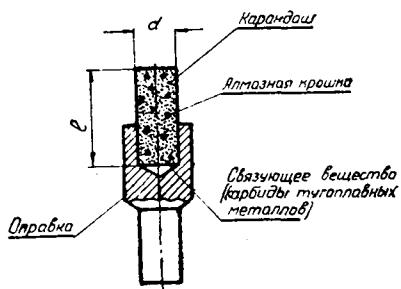


Рис. 4. Разрез алмазно-металлического карандаша

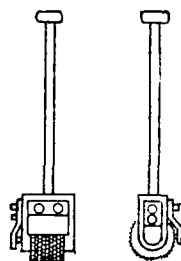


Рис. 5. Оправка для шарошки

Шарошки. В практике этот вид инструмента носит название „звездочек“. Этот инструмент применяется при грубой правке кругов со снятием значительного слоя абразивного материала. Шарошки представляют собой штампованные круглые пластинки с зубчиками по окружности в количестве 6—10 штук, свободно надеваемые на правильную оправку (рис. 5). Правка шарошками в большинстве случаев производится вручную.

Карборундовые осколки. Наиболее распространенным видом правки при работе на универсально-заточных станках является правка карборундовыми осколками. Правка карборундовыми осколками обычно производится вручную легким перемещением осколка по поверхности круга.

## § 7. Выбор шлифовального круга

Круг, как и всякий другой инструмент, не может быть универсальным, его следует подбирать для каждого случая обработки. Выбор шлифовального круга зависит от целого ряда факторов: от обрабатываемого материала, его формы и величины, точности и чистоты обрабатываемой поверхности. Влияние такого большого числа факторов не дает возможности при выборе круга ограничиться определенным правилом. Здесь можно указать только на общие положения.

При заточке режущего инструмента обычно имеют дело с инструментальными сталями различных марок, из которых изготовлен любой режущий инструмент. Для заточки этого инструмента рекомендуется применение электрокорундовых кругов. При этом белый электрокорунд следует применять тогда,

когда требуется более чистая обработка поверхности и снижение температурного влияния на обрабатываемую поверхность (отжиг). Зеленый карборунд является наиболее производительным для обработки инструмента с твердыми сплавами, а черный карборунд — для прочих хрупких и относительно вязких материалов. Возможно производить обработку твердых сплавов и черным карборундом, но это снижает производительность труда рабочего ввиду относительно меньшей твердости карборунда.

Основным фактором производительной работы круга является условие самозатачивания. Различные условия работы вызывают более быстрое или медленное затупление зерен; для каждого вида работ должна быть подобрана такая прочность связки, которая обеспечивала бы своевременное выкрашивание зерен при их полном затуплении. При обработке мягких материалов зерна притупляются медленнее, поэтому круг должен быть тверже, так как зерна требуют смены режущей кромки. Обратное явление имеет место при обработке твердого материала. Чем мягче материал, тем тверже круг. Для весьма мягких материалов (медь, латунь) круги берутся более мягкие, ибо при работе с твердыми кругами стружки этих материалов забиваются в поры круга — круг „засаливается“.

При заточке инструмента вручную твердость кругов берется на 1—2 степени тверже, чем при механической заточке. Уменьшение твердости круга может быть также достигнуто снижением окружной скорости круга. С уменьшением числа оборотов круга нагрузка на отдельные абразивные зерна увеличивается, и последние скорее изнашиваются (круг становится как бы мягче).

Для получения хорошего качества поверхности обрабатываемого инструмента применяется более мелкая зернистость абразивного материала. Обычно для чистовой заточки применяется зернистость 60—100, а для предварительной 36—46. Для доводочных операций при заточке — зернистость 120—170. В случаях, когда требуется получить относительно полированную поверхность режущих граней инструмента, прибегают к зернистости 400—500.

Получение более чистой обработки поверхности может быть достигнуто также применением кругов на бакелитовой или вулканитовой связке. С увеличением окружной скорости круга чистота обрабатываемой поверхности улучшается. Во всех случаях высокой производительности круга выгоднее применять круги на керамической связке, как наиболее прочные, но при условии отсутствия значительных боковых усилий на круг. При любых прорезных работах (разрезка цанг, заточка протяжек с мелким шагом, отрезка закаленного материала и т. д.) необходимо применять круги на бакелитовой или вулканитовой связке, допускающие боковое давление на круг.

Для более производительной работы круга выгоднее работать при возможно больших окружных скоростях, допустимых прочностью связки, станком и условиями техники безопасности.

В настоящее время допустимая окружная скорость для керамических кругов 35 м/сек, для бакелитовых и вулканитовых кругов она может достигать 50—60 м/сек.

Учитывая эти общие указания и практику заводов, ориентировочный выбор круга по твердости, зернистости и роду абразивного материала для заготовки различных видов инструмента можно произвести по табл. 6.

Таблица 6

№ по пор.	Наименование инструмента	Абразивный материал	Зернистость	Твердость по ОСТ
1	Токарные и строгальные резцы	Э *	36—46	СМ <sub>1</sub> —С <sub>1</sub>
2	Фрезы (автоматическая точка)	Э	45—60	М <sub>2</sub> —СМ <sub>1</sub>
3	Фрезы (ручная точка)	Э	46—60	М <sub>3</sub> —С <sub>1</sub>
4	Твердые сплавы:			
	а) предварительная заточка	КЭ **	36—46	М <sub>3</sub> —СМ <sub>3</sub>
	б) окончательная заточка	КЭ	60—80	М <sub>3</sub> —СМ <sub>1</sub>
5	Спиральные сверла:			
	а) ручная заточка	Э	36—60	С <sub>2</sub> —С <sub>1</sub>
	б) автоматическая заточка	Э	46—60	СМ <sub>2</sub> —СМ <sub>1</sub>
6	Развертки:			
	а) ручная заточка	Э	46—60	СМ <sub>1</sub> —СМ <sub>2</sub>
	б) автоматическая заточка	Э	46—60	М <sub>3</sub> —СМ <sub>1</sub>
7	Метчики	Э	46—80	С <sub>1</sub> —СМ <sub>2</sub>
8	Протяжки	Э	46—60	СМ <sub>2</sub> —СМ <sub>1</sub>
9	Пилы	Э	36—46	СМ <sub>2</sub> —С <sub>1</sub>

## Глава II

### МАТЕРИАЛ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Любой режущий инструмент, изготовленный из инструментальной стали, после механической обработки закаливается и отпускается, а затем поступает в заточку.

Выбор сорта инструментальной стали для изготовления режущего инструмента и термическая обработка зависят от области применения этого инструмента и требуемых от него режущих свойств. Инструментальные стали отличаются друг от друга своими механическими свойствами, химическим составом и способностью закаливаться. При заточке режущего инструмента заготовщик должен знать, из какой стали этот инструмент изготовлен. Учитывая конфигурацию инструмента и сорт стали, он должен принять меры предосторожности от возможного отпуска режущих кромок при его заточке. Режущий инструмент изготавливается из следующих инструментальных сталей: 1) углеродистой, 2) быстрорежущей, 3) малолегированной быстрорежущей стали (заменители), а также из твердых сплавов.

\* Э — электрокорунд.

\*\* КЭ — карборунд-экстра.

## § 1. Углеродистая сталь

Главной составной частью этой стали, кроме железа, является углерод с содержанием его 0,6—1,6%. Содержание определенного процента углерода придает стали соответствующие свойства: твердость, прочность, способность закаливаться и т. д. Углеродистая сталь подвергается закалке с последующим низким отпуском.

Инструмент, изготовленный из этой стали, не выдерживает больших скоростей резания, так как они приводят к большому повышению температуры в зоне резания и размягчению режущей кромки инструмента.

В зависимости от содержания углерода сталь имеет следующие марки: У7, У8, У9, У10, У12, У13, а для высококачественной углеродистой стали принято обозначение У7А, У8А и т. д.

Данная инструментальная сталь применяется для мерительного и режущего инструмента, не требующего значительной стойкости в работе. К режущему инструменту, изготавливаемому из этой стали, относятся:

Бурава, ножницы, стамески . . . . .	У7
Пробойники, ножницы по металлу, зубила и т. д.	У8
Деревообделочный инструмент, зубила . . . . .	У9
Токарные и строгальные резцы, мелкие сверла, метчики, ножовочные полотна, плашки и т. д.	У10
Токарные и строгальные резцы, фрезы, сверла, метчики, развертки и т. д. . . . .	У12
Шаберы, бурава, сверла и пр. . . . .	У13

Инструмент, изготовленный из этой стали, весьма чувствителен к отжигу режущих кромок при его заточке. По цвету и характеру искры легко отличается от других инструментальных сталей.

## § 2. Быстрорежущая сталь

Быстрорежущая сталь имеет широкое применение при изготовлении режущего инструмента; является наиболее высококачественной сталью; отличается от углеродистой инструментальной стали наличием дополнительных примесей в виде хрома и вольфрама, которые и придают ей хорошие режущие свойства. Основным свойством этой стали является ее способность после специальной термической обработки сохранять свою твердость при температуре  $t = 600^\circ\text{C}$ , вследствие чего режущая кромка инструмента является устойчивой и допускает работу при высоких скоростях резания. При определенном проценте содержания вольфрама эта сталь имеет свойство самозакаливаться на воздухе. Инструмент, изготовленный из нее, можно затачивать с меньшей осторожностью, не боясь отпуска в процессе заточки. При заточке эта сталь дает темнокрасную искру.

Основные марки быстрорежущей стали, из которых изготавливается инструмент, приведены в следующей табличке:

Марка стали	Содержание главных примесей в ‰			
	углерод	вольфрам	хром	ванадий
РК-5	0,65—0,75	17,0—18,5	3,6—4,5	1,0—1,4
РФ -2	0,71—0,77	11,8—12,8	4,1—4,6	2,3—2,6
РФ -1	0,68—0,80	17,5—19,0	3,8—4,6	1,0—1,4
Р	0,66—0,73	17,0—18,5	3,8—4,6	0,5—0,8
РО	0,60—0,75	15,0—17,5	3,3—4,5	0,2—0,6

Из этих марок стали может быть изготовлен почти весь инструмент, работающий при высоких скоростях резания, как-то: обдирочные и чистовые резцы, фрезы, сверла, развертки и т. д.

Ввиду дороговизны быстрорежущей стали стремятся инструмент делать не целиком из этой стали, а только его главную режущую часть (лезвие). Это достигается путем замены режущих зубьев различными пластинками из быстрорежущей стали и стыковой сварки заготовок инструмента, составленных из углеродистой и быстрорежущей стали.

### § 3. Малолегированная быстрорежущая сталь

В целях экономии дефицитного вольфрама, входящего в состав быстрорежущей стали, в настоящее время вводятся в производство так называемые стали-заменители. Эти стали являются малолегированными быстрорежущими сталями, имеющими сравнительно невысокий процент содержания вольфрама или даже совсем не содержащими его. Вошли в широкое применение четыре марки стали: ЭИ184, ЭИ173, ЭИ172, ЭИ116. Первые две содержат небольшое количество вольфрама (ЭИ184—4—5‰ ЭИ173—2—3‰), две последние вольфрама не содержат. Практика; показывает целесообразность применения некоторых из этих сталей для сверл, фрез, протяжек, метчиков, разверток. Малолегированная быстрорежущая сталь обладает значительно большей чувствительностью к отпуску при заточке режущего инструмента, чем высоковольфрамовая быстрорежущая сталь. Следовательно, на качество заточки инструмента и тщательность ее выполнения необходимо обратить особое внимание с соблюдением всех предосторожностей к возможному отпуску режущих кромок. Это обеспечивается правильным выбором шлифовального круга, скоростью, подачей а также применением охлаждения.

### § 4. Твердые сплавы

Отличительной чертой металлокерамических твердых сплавов является отсутствие в них железа, как основного связующего вещества. Твердые сплавы состоят из карбидов тугоплав-

ких металлов (вольфрама, титана), спрессованных и спеченных во вспомогательном материале (кобальт, никель). Достоинством твердых сплавов является их чрезвычайная стойкость даже при  $t=1000^{\circ}\text{C}$ , что дает возможность работать инструментом твердых сплавов на высоких скоростях резания. Работа этим инструментом на высоких скоростях резания, кроме повышения производительности, дает хорошее качество обработанной поверхности, исключаяющее в некоторых случаях операцию шлифовки. Наконец, твердые сплавы ввиду их высокой твердости дают возможность производить обработку закаленной стали и прочих твердых металлов.

В СССР выпускаются металлокерамические твердые сплавы трех групп различных марок, указанных в табл. 7.

Таблица 7

Группа твердого сплава	Марка	Область применения
1. Вольфрамкобальтовые сплавы	РЭ-3	Сверление и фрезерование стекла, мрамора и т. д., чистовая (алмазная) расточка
	РЭ-6	Обдирка по корке и чистовая обточка чугуна, цветных сплавов
	РЭ-8	Обработка чугуна, стали и цветных металлов
	РЭ-12	Для обдирочных и чистовых работ при резке
	РЭ-15	переменной нагрузке на резец
2. Вольфрамтитано-кобальтовые сплавы	а-5	Для тяжелых работ (обдирка с прерывным резанием) по стали
	а-10	Для обдирочных и чистовых работ при непрерывном резании по стали
	а-15	Для обдирочных и чистовых работ при непрерывном резании по стали
	а-21	Для чистовых и обдирочных работ с малым сечением стружки при непрерывном резании
3. Вольфрамоникелевые сплавы	Реникс-6	Для чистовых и обдирочных работ с малым сечением стружки при непрерывном резании
	Реникс-8	требуют небольших скоростей резания
	Реникс-12	

Все металлокерамические твердые сплавы ввиду своей высокой твердости могут обрабатываться только шлифовальными кругами из зеленого карборунда (экстра).

### Глава III

## ЗАТОЧКА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Получение рациональной и точной обработки детали возможно только при употреблении правильно заточенного режущего инструмента. Одним из факторов экономичного использования режущего инструмента в производстве является продолжительность его работы от переточки до переточки, что во многом зависит от правильной его заточки. Правильно заточить режущий инструмент — значит придать режущему зубу правильные геометрические формы при помощи шлифовального круга.

Большое разнообразие применяемого в производстве режущего многолезвийного нормального и специального инструмента требует при заточке его специальных станков, приспособлений и мерительного инструмента.

В этих условиях становится трудным дать подробное описание технологии заточки всего инструмента. Разбирая общие приемы работ, характерные станки и приспособления, следует остановиться на отдельной общеприменяемой группе режущих инструментов, представителями которой являются резцы, сверла, фрезы, протяжки, развертки, метчики, прогонки. Изучение процесса заточки этих видов инструмента дает общее понятие о заточке режущего инструмента вообще.

## § 1. Заточка резцов

1. Геометрия резца. Основными частями резца надо считать рабочую клинообразную часть, называемую головкой

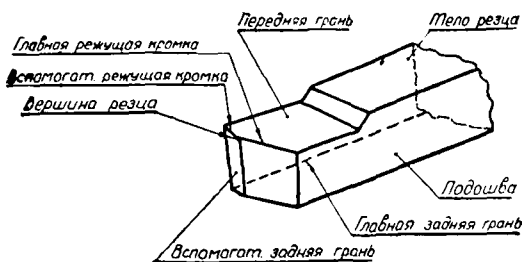


Рис. 6. Основные элементы резца

резца, и его стержень, служащий для закрепления резца в супорте станка. Головка резца состоит из следующих элементов (рис. 6): из передней грани — поверхности, по которой сходит стружка, и задних граней — поверхностей, обращенных к обрабатываемому изделию; при этом одна из задних граней называется главной задней гранью, а другая — вспомогательной. Режущие кромки, или лезвие, образуются от пересечения передней и задних граней резца и разделяются на главную режущую кромку, которая выполняет главную работу резания, и вспомогательную режущую кромку.

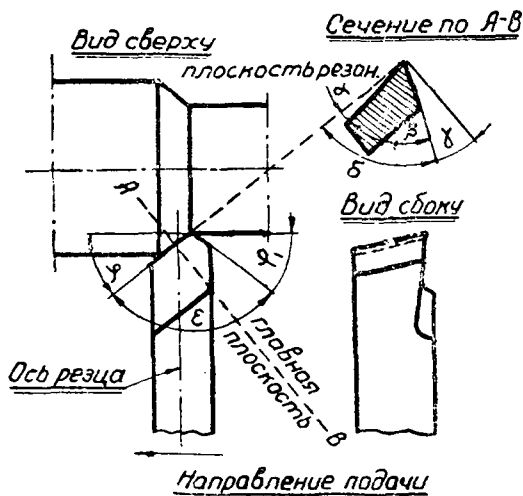


Рис. 7. Основные углы резца

Место пересечения главной режущей кромки со вспомогательной образует вершину резца, обычно в виде радиуса определенного размера. Углы резца определяются в предположении,

что режущая кромка резца расположена на высоте линии центров в процессе резания. Основными углами резца являются (рис. 7): 1) угол резания  $\delta$  — угол между передней гранью резца и плоскостью резания, 2) передний угол  $\gamma$  — угол между перед-

ней гранью и плоскостью, перпендикулярной к плоскости резания, 3) задний угол  $\alpha$ —угол между задней гранью и плоскостью резания, 4) угол заострения  $\beta$ —угол между задней и передней гранями.

Как видно из приведенного рисунка, угол резания является суммой углов  $\alpha + \beta$ . Углом при вершине  $\epsilon$  называется угол между проекциями главной и вспомогательной режущих кромок. Углом наклона режущей кромки в плане  $\varphi$  называется угол между проекцией главной режущей кромки и направлением подачи. Второй угол в плане  $\varphi_1$  называется вспомогательным. Он образован проекцией вспомогательной режущей кромки и направлением подачи. Наконец, углом наклона режущей кромки  $\lambda$  называется угол, заключенный между режущей кромкой и линией, проведенной через вершину резца параллельно основной плоскости резца.

Передний угол  $\gamma$  служит для отвода стружки. С увеличением угла отвод стружки облегчается. При значительных передних углах ослабляется режущее лезвие резца. Задний угол  $\alpha$  служит для уменьшения трения задней грани резца об обрабатываемое изделие. Малые задние углы вызывают вредное трение, а следовательно, большой износ резца.

В табл. 8 помещены величины стандартных главных углов. Эти углы разбиты на 5 групп, причем выбор той или иной группы главных углов для обработки данного материала определяется опытом завода. Таблица же стандартных размеров углов дает только некоторые руководящие указания.





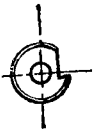


Таблица 8

№ группы углов	Угол резания $\delta^\circ$	Передний угол $\gamma^\circ$	Угол заострения $\beta^\circ$	Задний угол $\alpha^\circ$	Обрабатываемый материал
1	65	25	57	8	Мягкие металлы $\sigma_b = 32 - 40 \text{ кг/мм}^2$
2	70	20	62	8	Металлы низкой твердости $\sigma_b = 40 - 60 \text{ кг/мм}^2$
3	75	15	67	8	Металлы средней твердости $\sigma_b = 68 - 80 \text{ кг/мм}^2$
4	80	10	72	8	Твердые металлы $\sigma_b = 80 - 130 \text{ кг/мм}^2$
5	85	5	77	8	Металлы повышенной твердости — твердый чугун, бронза

Угол  $\varphi$  обычно берется в 45—85°, причем углы в 45—65° для обычных работ, а 85° для тонких валов и изделий, закрепленных одним концом в станке.

Резец, являясь одним из распространенных режущих инструментов в металлообработке, в своих различных разновидностях



Эскиз резца	Наименование резца	Эскиз резца	Наименование резца
	Проходные обдирочные прямые		Расточные обдирочные для глухих отверстий
	Проходные обдирочные загнутые		Расточные чистовые
	Проходные чистовые прямые		Расточные канавочные
	Подрезные прямые		Дисковые фасонные
	Отрезные прямые		Призматические фасонные
	Расточные обдирочные для сквозных отверстий		Радиусные

входит в любой многолезвийный инструмент в качестве его основного режущего элемента. Соединение отдельных видоизмененных резцов в определенную конструкцию дают нам такие режущие инструменты, как фрезы, развертки, зенкеры и т. д. Поэтому в большинстве случаев геометрия резца может быть полностью отнесена к геометрии многолезвийного инструмента.

2. Типы резцов. В зависимости от назначения и формы изготовления резцы подразделяются на целый ряд типов. Широкое применение в металлообработке имеют резцы, указанные в табл. 9; в зависимости от материала они подразделяются на быстрорежущие резцы и резцы с пластинками твердых сплавов.

В настоящее время обычно все резцы из быстрорежущей стали, как и резцы твердых сплавов, выполняются в виде

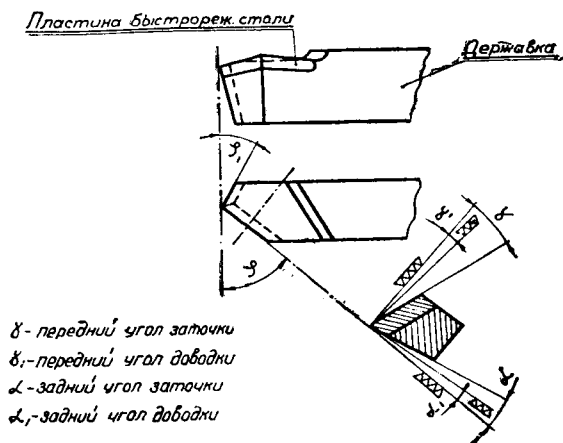


Рис. 8. Резец с напаянной на державку пластиной

напаянных на державку пластинок (рис. 8), за исключением мелких и специальных резцов, где введение этого мероприятия нецелесообразно.

Заточка этих резцов может быть выполнена вручную на обычных точилах, на специальных станках для заточки резцов различных конструкций, а также на универсально-заточных станках. Заточка резцов вручную на точилах является малопроизводительным способом и не дает правильной заточки углов. На специальных станках для заточки резцов производится заточка нормальных типов резцов в массовом порядке.

3. Заточка резцов на точилах. Наиболее простым и широко применяемым заточным станком является точило. Оно находит свое применение при ручной заточке резцов. Указанный станок (рис. 9) состоит из массивной станины 1, на которой закреплены два подшипника 2. Через подшипники проходит

шпиндель станка, на концах которого имеется соответственно правая и левая нарезка. При помощи планшайбы 3 и гайки на конечных шейках шпинделя укрепляются шлифовальные круги 4 для заточки резцов. Станок, как указано на рисунке, имеет два кожуха 5, предохраняющих от возможного разрыва круга. Кожух в нижней части имеет отверстие: одно для удаления оседающей в процессе заточки абразивной пыли 6, другое для крепления трубы вытяжной вентиляции 7. Правый и левый шлифовальные круги имеют подвижные подручники 8, которые служат опорой для резца при заточке. С износом круга эти подручники передвигаются к центру шпинделя, соблюдая зазор 2—3 мм между подручником и шлифовальным кругом. Мотор и ременная передача расположены внутри станка. Пуск и остановка станка производится кнопками магнитного пуска-

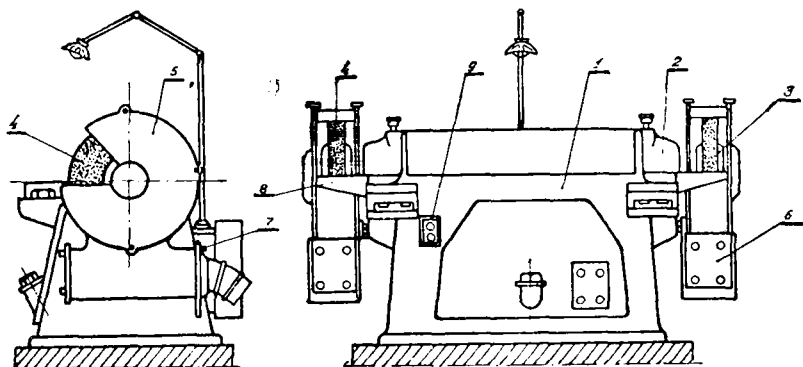


Рис. 9. Точило

теля 9. Станок имеет три комплекта стандартных планшайб для крепления шлифовальных кругов с различными отверстиями диаметром 50, 127 и 203 мм.

На указанном станке может быть произведена заточка почти всех типов нормальных резцов.

В связи с отсутствием охлаждения при неаккуратной заточке возможен отпуск режущей кромки резца. В последнее время заточные станки этой группы снабжаются системой непрерывной подачи охлаждающей жидкости. При заточке резцов с пластинками из твердых сплавов заточка производится в две операции: а) обдирка на крупнозернистом карборундовом круге всех углов резца (зернистостью 36—46) и б) чистовая заточка на мелкозернистом круге. В этом случае на левый конец шпинделя устанавливается обдирочный круг, а на правый конец — чистовой круг.

Резец в процессе работы на станке изнашивается по передней и задней граням, как указано на рис. 10. Появление лунки на передней грани резца происходит от трения стружки о резец, а фаска по задней грани образуется от трения задней грани резца об обрабатываемую деталь. Чем больше затупле-

ние резца, тем больше выражены эти признаки затупления. Установлено также, что этот износ после определенной величины растет чрезвычайно быстро, поэтому основным условием в этом случае является своевременная переточка резца. Лучше лишний раз переточить резец, чем допустить больший износ его, — это удлинит срок службы резца. Нормальным затуплением считается: для резцов твердых сплавов глубина лунки 0,1—0,2 мм и ширина фаски по задней грани резца 0,2—0,3 мм; для резцов быстрорежущей стали эта величина колеблется для лунки 0,2—0,3 мм, а для фаски 0,3—0,4 мм.

При заточке резцов должны быть соблюдены следующие общие замечания:

1) Резец необходимо устанавливать по отношению к кругу так, чтобы заточка происходила перпендикулярно режущей

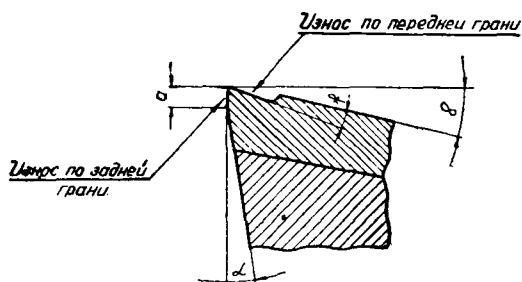


Рис. 10. Износ резца

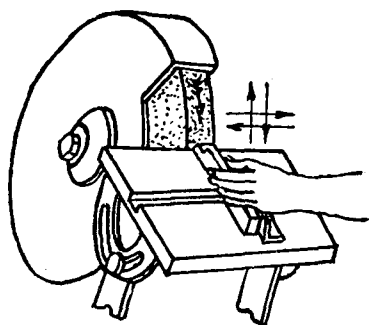


Рис. 11. Установка резца по отношению к кругу

кромке (рис. 11). Направление вращения круга на режущую кромку дает более острую режущую кромку, без заусенцев и предохраняет пластинку резца от выкрашивания и возможного отскакивания пластинки резца от державки из-за недоброкачественного припоя.

2) Для получения прямолинейности режущей кромки и равномерного износа круга резцу необходимо придавать дополнительные движения вдоль рабочей поверхности круга (рис. 11).

3) Давление при заточке резца должно быть равномерное. Большое давление при ручной заточке приводит к появлению трещин на передней грани резца, возможному отпуску режущей кромки и чрезмерному износу круга.

4) Основание державки резца должно быть ровное, от этого зависит правильная заточка углов.

5) Нельзя допускать капельного охлаждения резца при его заточке, это приводит к появлению трещин. Охлаждение должно быть обильное, не менее 10—20 литров в минуту. Охлаждение уменьшает нагрев резца у режущей кромки, очищает круг от металлической пыли (предохраняет от засаливания), делает поверхность граней резца более чистой и увеличивает остроту режущей кромки (лезвия).

6) При заточке резца сначала затачивают переднюю грань резца, а затем главную и вспомогательную задние грани резца и, наконец, радиус при вершине.

7) Для заточки резцов с напаянными пластинками выгоднее заточку производить со стороны задней грани резца. Как видно из рис. 12, такой способ заточки увеличивает число переточек резца. При правильном затуплении резца глубина лунки на его передней грани не велика, и поэтому достаточно ограничиться только зачисткой передней грани.

Последнее время для увеличения стойкости режущей кромки резцов с пластин-

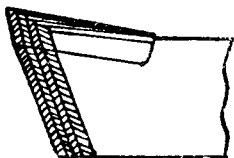


Рис. 12. Заточка резца с напаянной пластинкой

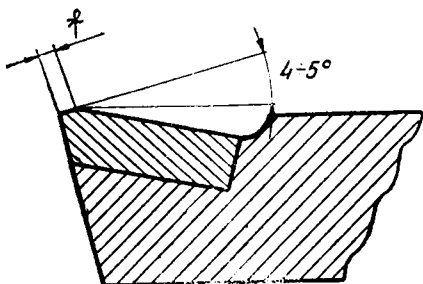


Рис. 13. Заточка передней грани резца с отрицательным углом

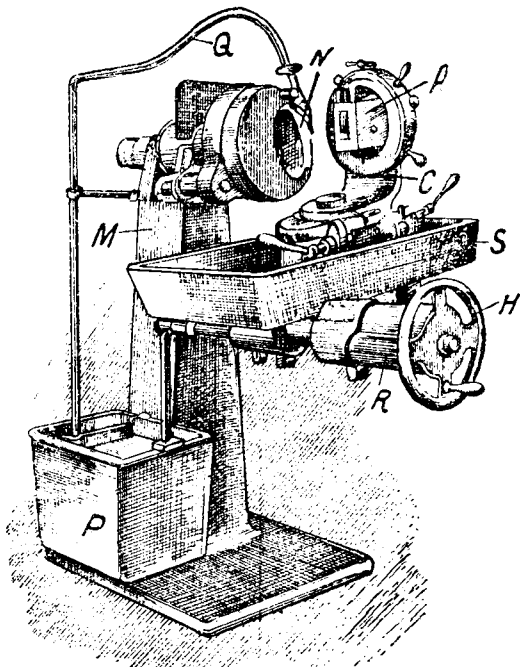


Рис. 14. Заточный станок Гишольт

ками твердых сплавов на некоторых заводах начали применять заточку передней грани резца с отрицательным углом (рис. 13). Слишком острая режущая грань при больших нагрузках выкрашивается. Учитывая, что трение стружки о переднюю грань при работе резца происходит на определенном расстоянии от режущей кромки, стало возможным производить умышленное затупление резца путем доводки фаски под отрицательным углом 4—5°. Величина фаски зависит от подачи резца при его работе. Введение этого мероприятия на обдирочных операциях значительно увеличивает стойкость резца и в отдельных случаях дает возможность ограничиться только его передоводкой после затупления.

4. Станок для заточки резцов Гишольт. Наибольшей универсальностью обладает специальный заточный станок для резцов Гишольт, изображенный на рис. 14. Станок снабжен су-

портом, который устанавливается в различных положениях и сообщает резу точную подачу. В верхней части станины *M* имеются подшипники для шпинделя круга *N* горшкообразной формы  $\varnothing 250$  мм, закрытого предохранительным кожухом. У ста-

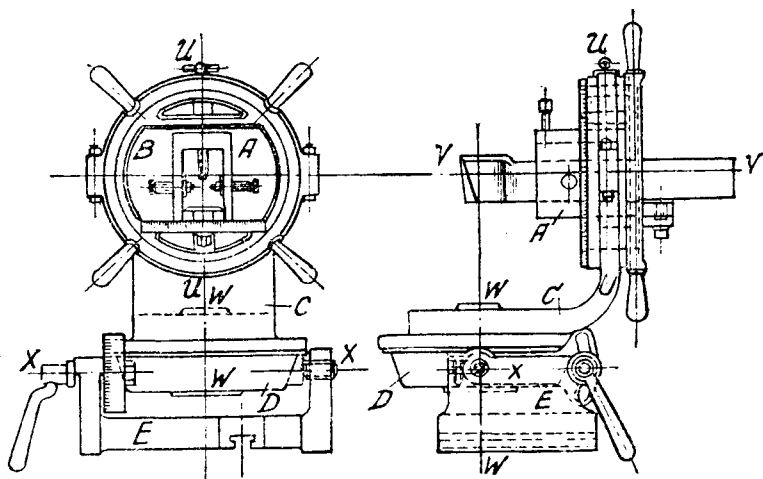


Рис. 15. Супорт станка Гишольт

нины расположен резервуар *P*, из которого насосом охлаждающая жидкость подается через шланг *Q* в место соприкосновения реза с кругом в процессе заточки. Корыто *S* установлено на цилиндрическом отростке *R* станины, вдоль которого может передвигаться посредством винта с маховичком *H*. На особом приливе в корыте укрепляется супорт *C* для реза. Для равномерного износа рабочей поверхности круга корыто во время работы сообщают небольшое колебательное движение около отростка *R*. Супорт имеет следующее устройство: резец закрепляется нажимными винтами в коробке *A* (рис. 15), которая может поворачиваться вокруг оси *U—U* в пределах  $\pm 20^\circ$  и при помощи кольца *B* вокруг оси *V—V* на  $360^\circ$ . Кроме этого, весь кронштейн может быть повернут вокруг оси *W—W* на  $\pm 90^\circ$  и вокруг оси *X—X* на  $\pm 20^\circ$ .



Рис. 16. Заточка передней грани подрезного реза на станке Гишольт

Настройка углов реза для заточки производится по прилагаемым к станку таблицам. Данный станок является высокопроизводительным и дает большую точность заточки углов. Кроме этого, он имеет на шпинделе специальный пружинящий

упорный шарикоподшипник, обеспечивающий равномерное нажатие резца на круг. На станке возможно производить заточку

различных нормальных резцов. К недостаткам этого станка надо отнести отсутствие жесткости в конструкции станка, отсутствие лимбов на винте подачи суппорта и необходимость удерживания рукой в процессе заточки маховичка подачи. Наглядно настройка станка для заточки переднего угла показана на рис. 16. Резец зажимается в коробку А. Поворотом кронштейна на  $90^\circ$  главная режущая кромка резца устанавливается параллельно торцевой плоскости круга, затем по часовой стрелке кольцо В поворачивается на величину переднего угла  $\gamma$ . Устанавливая две другие шкалы в нулевое положение, производят заточку резца.

5. Станок для заточки резцов Шис-Дефриз. Заточный станок Шис-Дефриз (модель ASS) (рис. 17) предназначен для массовой заточки резцов. Заточка резцов, после настройки станка, производится автоматически. Станок приводится в движение мотором мощностью в 4,5 л. с. Вращение мотора через ременную передачу с натяжным роликом передается шкивами 21—22. От шкива 22 движение передается на шкив 23, на барабан 24, сидящий на шпинделе шлифовального

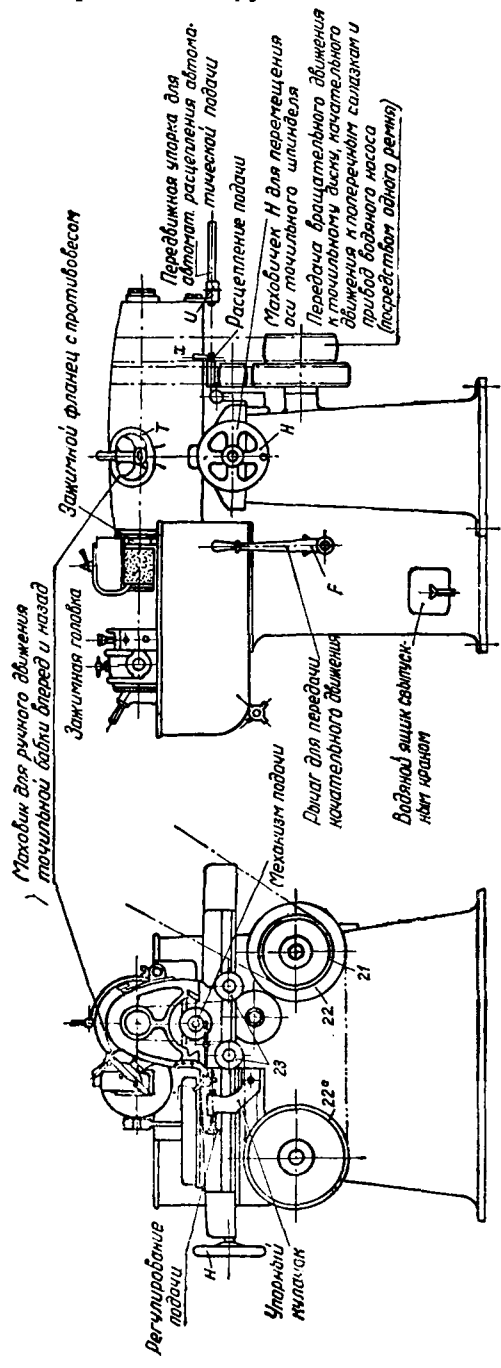


Рис. 17. Заточный станок Шис-Дефриз

круга (рис. 18). Поперечное качательное перемещение шлифовального круга осуществляется шатунным механизмом, получающим свое движение от шкива 21, вала 1, шестерен 1—2, 3—4, 5—6. Качательное движение шлифовального круга включается с помощью муфты, перемещаемой рукояткой *F*. Центр качания круга устанавливается перемещением салазок *g* с помощью винта 15 и маховичка *H*. Одновременно с перемещением винта 15 перемещается винт 16 через шестерни 7—8—9. Винт 16 перемещает упор *J*, упирающийся в конце хода в буфер, соединенный с рейкой *R*. Упор *J* перемещает рейку, служащую для осевого перемещения шлифовального круга. Последнее осуществляется

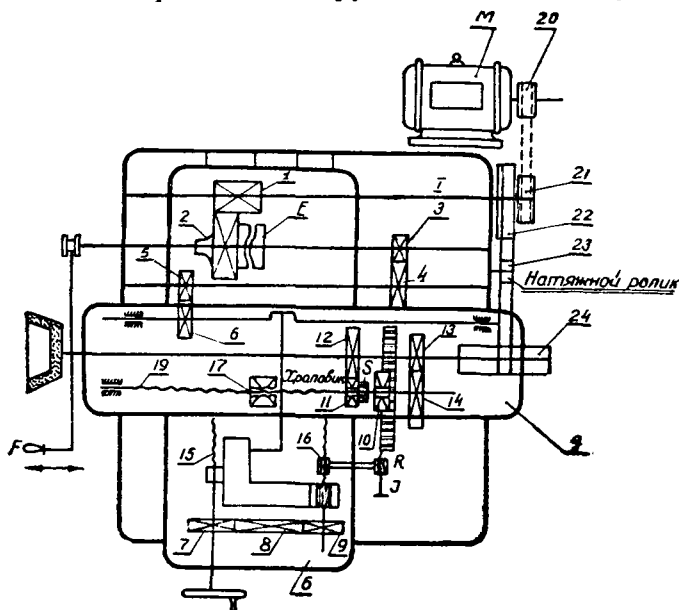


Рис. 18. Кинематическая схема станка Шис-Дефриз

автоматически, с помощью рейки, шестерен 10—11—12—13—14, храповика *S* и винта 19. Ручное перемещение осуществляется маховичком *T*, от которого шестернями 17 вращение передается гайке винта 19. Осевая подача шлифовального круга изменяется установкой собачки храповика на разное число зубьев — от 5 до 40.

Подача шлифовального круга может автоматически включаться с помощью передвижного упора *U*, устанавливаемого на корпусе шпиндельной бабки. Когда упор дойдет до соприкосновения с рычагом *X*, последний выключает подачу путем перемещения соответствующей муфты. Заточная бабка рассматриваемого станка изображена на рис. 19, она состоит из кронштейна *I*, который поворачивается вокруг вертикальной оси. Поворот регистрируется неподвижным лимбом *B*, на котором деления нанесены в направлении движения часовой стрелки.



Лимб *B* совершенно аналогичен соответствующему лимбу станка Гишольт — горизонтальный лимб. Кронштейн *I* имеет горизонтальную ось, вокруг которой может поворачиваться в вертикальной плоскости втулка *L*. Поворот регистрируется неподвижным лимбом *D*, на котором нанесены деления 0—30. Этот лимб называют наклонным. Среднее положение соответствует 15°. Внутри втулки *L* может поворачиваться резцовая колодка *U*. Этот поворот регистрируется подвижным лимбом *A*, на котором нанесены деления от 0 до 360° в направлении, обратном движению часовой стрелки. Этот лимб называется вертикальным. Установка указанных лимбов производится по таблицам согласно заданной геометрии реза.

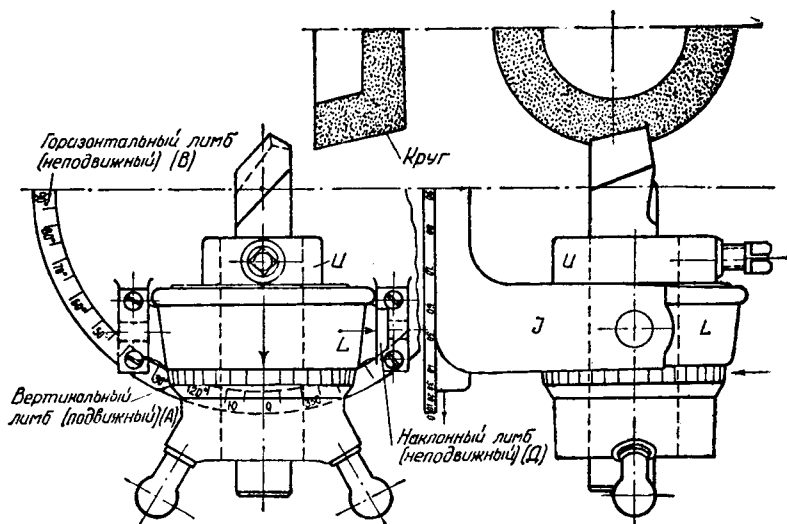


Рис. 19. Заточная бабка станка Шис-Дефриз

6. Станок для заточки резцов типа 362 В завода им. Кирова. На рис. 20 в общем виде представлен станок для заточки резцов с пластинками твердых сплавов и отдельных типов призматических и специальных резцов из быстрорежущей стали. Заточка на станке производится чашеобразным кругом *D* — 250 мм ОСТ 20209-40. Резец закрепляется на столе 2, имеющем возвратно-поступательное движение от рукоятки 4 и движение подачи на круг маховичком 3. Станок снабжен двумя шпинделями 9, приводимыми в движение отдельными моторами 11, расположенными внутри станины станка. Соответственно числу шпинделей на станке укрепляются два шлифовальных круга 10. Одна из сторон предназначена для установки круга для обдирки державки резца, а другая — для заточки пластинки твердого сплава. В другом случае две стороны могут быть использованы для черновой и чистой заточки пластинки твердого сплава. Окружная скорость кругов в станке соответствует 20 или 10 м/сек, однако она может быть

изменена увеличением размера шкива мотора. Вращение кругов изменяется на обратное переключением электродвигателя, и в зависимости от формы и типа реза его можно затачивать с левой или правой стороны круга. Подача стола на круг производится маховичком 3 с любой стороны стола через замедленную передачу. Установка стола 2 под нужным углом заточки реза производится поворотом стола в полукруглых направляю-

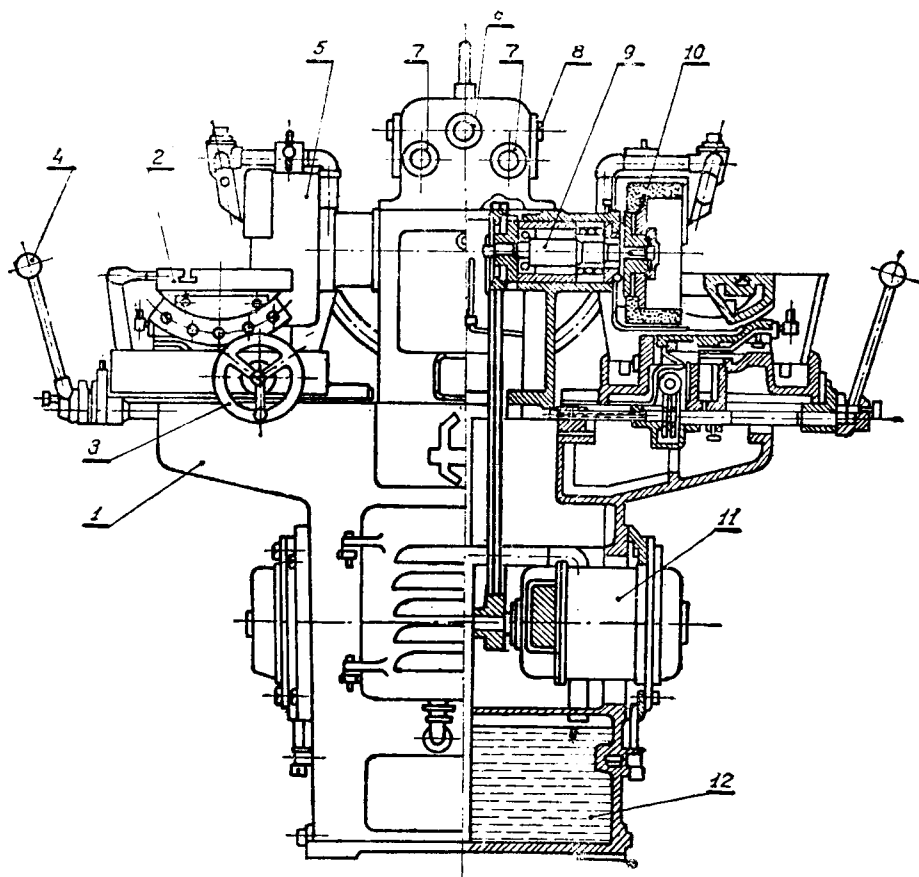


Рис. 20. Станок для заточки резцов типа 362В завода им Кирова

щих. Установка реза производится поворотом стола в приспособлениях, прилагаемых к станку, непосредственно по углам заточки реза.

Станок снабжен системой водяного охлаждения. Электрическое управление станком сосредоточено в верхней части шлифовальной бабки 7, 8. К станку прилагаются приспособления для заточки реза по передней и задней граням, приспособление для правки круга и приспособление для заточки радиуса при вершине реза.

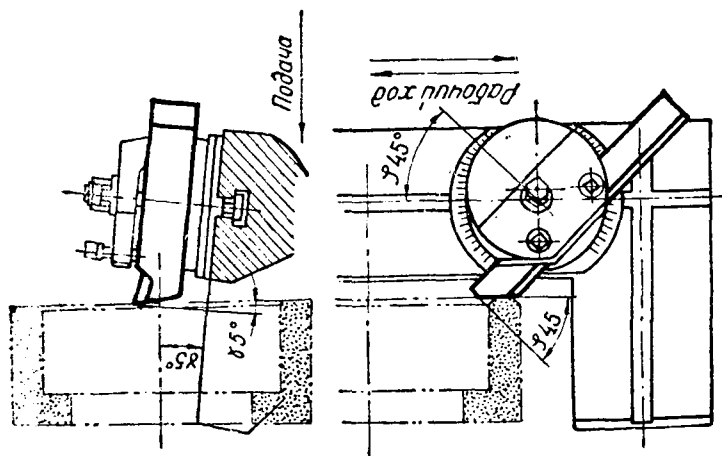


Рис. 21. Приспособление для заточки реза по задней грани

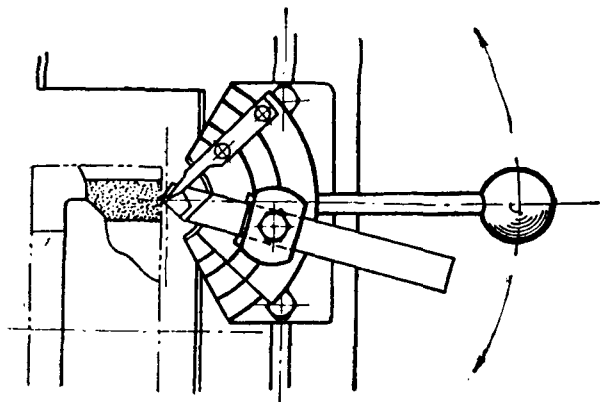


Рис. 23. Приспособление для заточки радиуса при вершине реза. Рабочее движение

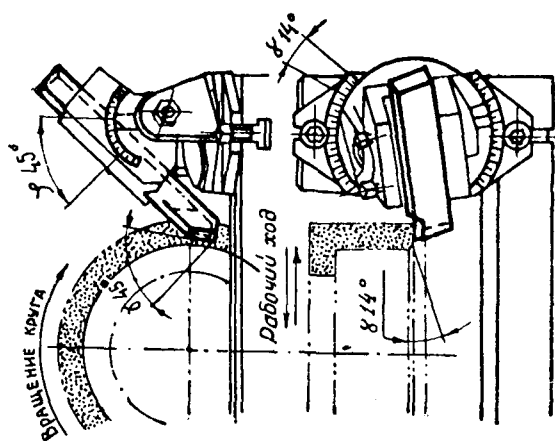


Рис. 22. Заточка передней грани реза на приспособлении

На рис. 21 показано приспособление для заточки резца по задней грани и способ его применения. Здесь установка резца по заднему углу производится поворотом стола, а установка резца по углу в плане — поворотом приспособления вокруг вертикальной оси. Заточка передней грани резца показана на рис. 22 в соответствующем приспособлении. Установка резца по переднему углу достигается поворотом приспособления в горизонтальной плоскости.

Заточка радиуса при вершине резца производится в специальном поворотном приспособлении, устанавливаемом на столе станка (рис. 23).

Основными достоинствами этого станка надо считать точность заточки углов резца, наличие двух кругов, обеспечивающих поперационную заточку резцов, и благодаря особому креплению круга на шпинделе станок допускает предварительную балансировку круга до его установки на станок. Кроме этого, он может быть применен как простой заточный станок для резцов. В этом случае стол разворачивается под нужным углом и служит подручником. Здесь становится очень удобным производить заточку фасонных резцов по шаблону под определенным задним углом.

К его недостаткам надо отнести ненадежность электрического управления и ограниченное число затачиваемых форм и типов резцов.

7. Контроль резцов. Контроль предусматривает всестороннюю проверку резцов как в отношении правильного выполнения углов, так и в отношении качества заточки режущих кромок.

Основные требования при контроле резцов следующие:

а) пластинки после заточки не должны иметь трещин, что проверяется лупой 5-кратного увеличения;

б) режущие кромки не должны иметь зазубрин и проверку возможно производить при помощи лупы или иаощупь, проводя острой металлической линейкой вдоль режущей кромки;

в) режущие кромки резца должны быть прямолинейны;

г) вершина резца должна быть скруглена, плавно сопрягаясь с задними гранями резца;

д) передние и задние грани резца не должны иметь завалов, допустимые отклонения в точности заточки нормальных резцов  $\pm 1^\circ$ ;

е) с учетом последующей доводки задние и передние углы резцов необходимо затачивать на  $2^\circ$  больше против установленных по чертежу;

ж) резец должен иметь ровную опорную поверхность державки и правильно прилегать к поворотной плите;

з) резец должен иметь маркировку типа и формы резца, размера и марки материала, из которого изготовлен резец.

Для проверки углов заточки резца применяются простейшие угловые шаблоны, малка и различные универсальные угломеры.

На рис. 24 показан простейший шаблон для измерения угла заострения резцов для различных групп углов. В практике применяется также шаблон для замера определенной группы углов. На рис. 25 показано применение такого шаблона.

Кроме этого, существует простейшая малка, устанавливаемая на заданный для измерения угол по универсальному угломеру или угловым плиткам (рис. 26). Специальным настольным угло-

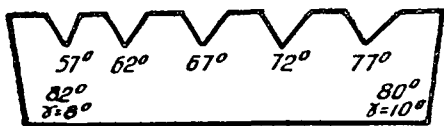


Рис. 24. Шаблон для измерения угла заострения

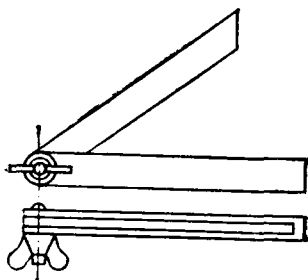


Рис. 26. Малка

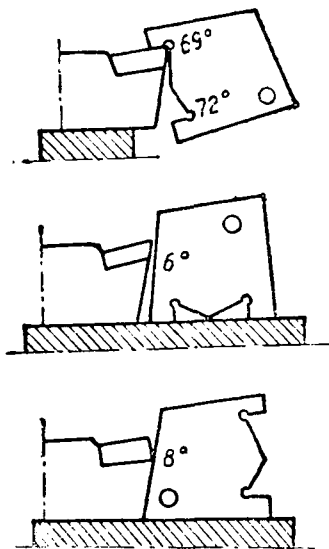


Рис. 25. Установка шаблона для измерения угла заострения

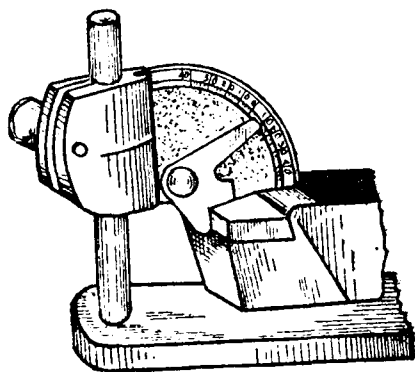


Рис. 27. Настольный угломер для проверки переднего и заднего углов резца

мером (рис. 27) возможно производить проверку переднего и заднего углов резца. Он состоит из плиты и стойки, по которой перемещается держатель со шкалой и мерительным угольником. Точность замера этим угломером составляет  $\pm 0,5^\circ$ . Проверка производится на просвет между измеряемой гранью резца и мерительной поверхностью угольника.

Проверка заточки выкружки резца производится специальными контурными шаблонами.

## § 2. Заточка сверл

Обычно применяемое в производстве спиральное сверло представляет собой цилиндрическое тело, снабженное двумя спиральными канавками, которые благодаря заточке вершины сверла под углом образуют две режущие кромки.

Элементы сверла. Главными элементами сверла являются (рис. 28): рабочая (режущая) часть 1, шейка 2, хвостовик 3. Рабочая часть сверла разбивается на заборный конус 4, спиральные канавки 5, сердцевину 6, поперечную режущую кромку (перемычку) 7, фаску (ленточку) 9, главную режущую кромку 10.

Геометрия сверла. Как и у обычного резца, спиральное сверло имеет свою вполне определенную геометрию, т. е. передний и задний углы. Имеющиеся на сверле спиральные канавки благодаря определенному углу спирали, обычно  $30^\circ$ , обеспечивают сверлу хороший отвод стружки в процессе резания и придают режущему перу сверла передний угол. Задний угол получается посредством специальной заточки задней поверхности вершины сверла и является переменным, увеличиваясь от периферии к центру сверла.

Всякое спиральное сверло имеет две режущие кромки, заточиваемые для обработки стали и чугуна под углом  $\varphi = 58-60^\circ$  и образующие между собой так называемый угол при вершине  $2\varphi = 116-120^\circ$ . Поверхности задних граней в большинстве случаев образованы боковыми поверхностями двух конусов, оси которых сдвинуты одна относительно другой на величину  $a = \frac{1}{13} - \frac{1}{20} d$  и составляют с осью сверла угол в  $45^\circ$  (рис. 29). Вершины этих конусов, как указано на рисунке, расположены на  $1,9 d$  от оси сверла.

Для правильной работы сверла величина угла задней заточки должна быть равной  $6^\circ$  у наружной поверхности сверла, увеличиваясь по направлению к оси его, и достигает у перемычки величины  $26^\circ$ . Это положение может быть достигнуто, если поперечная режущая кромка будет расположена под наклоном  $55^\circ$  по отношению к режущей кромке (рис. 28).

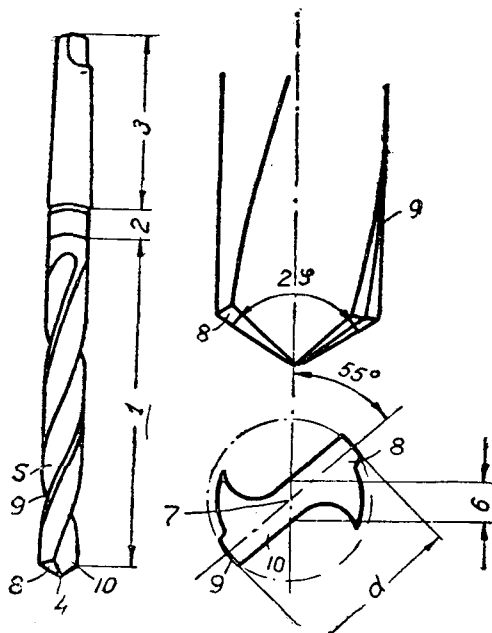


Рис. 28. Основные углы сверла

Подточка сверла. Сердцевина сверла имеет определенную толщину, которая должна соответствовать диаметру сверла, и обычно составляет величину  $\frac{1}{7} d$ . Выгоднее эту сердцевину у сверла иметь наименьшей, но этому препятствует прочность сверла. Конструктивно эта сердцевина увеличивается в размерах по направлению к хвостовику. В зависимости от величины сердцевины изменяется размер поперечной режущей кромки, которая в работе сверла оказывает вредное влияние. При работе сверла поперечная режущая кромка не производит режущего

действия, и поэтому работа сверла затрудняется.

С переточкой сверла и уменьшением его размеров по длине толщина сердцевины увеличивается, а следовательно, увеличивается и вредное действие поперечной режущей кромки и ухудшается направление сверла. В этих случаях прибегают к искусственному уменьшению поперечной режущей кромки путем ее подточки.

На рис. 30 показан конец сверла, у которого произведена подточка (эта подточка

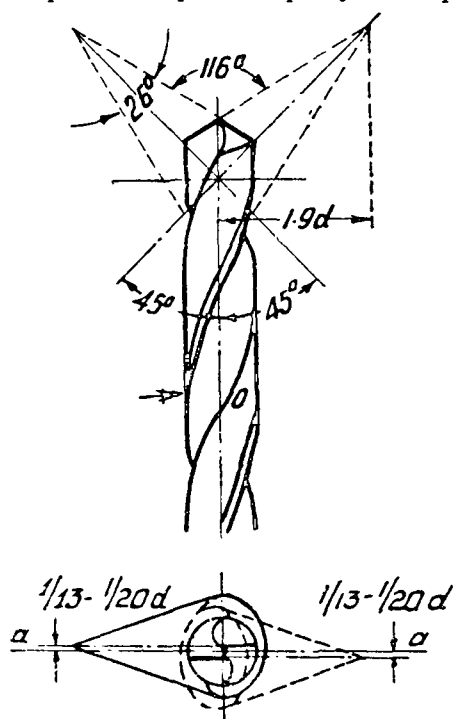


Рис. 29. Геометрия сверла

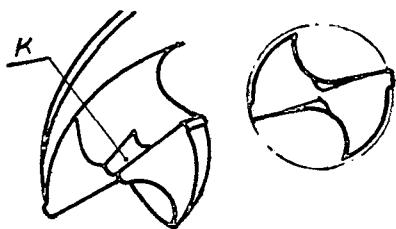


Рис. 30. Сверло с подточкой

показана буквой *K*). Как видно из рисунка, этой подточкой достигнуто уменьшение перемычки (поперечной режущей кромки) сверла. Подобная подточка перемычки достигается при помощи шлифовального круга, который устанавливается на заднем конце шпинделя станка для заточки сверл. Подточка производится вручную и требует навыка.

В практике применяются различные способы подточки перемычки (рис. 31). Однако каждый из них имеет свои недостатки.

Например: форма *I* укорачивает поперечную кромку и уменьшает угол резания около оси сверла; форма *II* укорачивает поперечную кромку, увеличивает угол резания и, кроме того, нарушает прямолинейность режущих кромок; форма *III* преследует цель придания поперечной кромке наилучших углов

резания, но уменьшает стойкость вследствие частого выкрашивания поперечной кромки.

Из всех способов подточки перемычки следует рекомендовать первый способ, как наиболее удобный.

Производительность сверла также повышается при соответствующей подточке его ленточки, как это показано на рис. 32. Уголок, образуемый режущей кромкой и ленточкой, наиболее слабый участок сверла, так как он удален от оси сверла и режет материал с наибольшей скоростью. Поэтому на данном участке

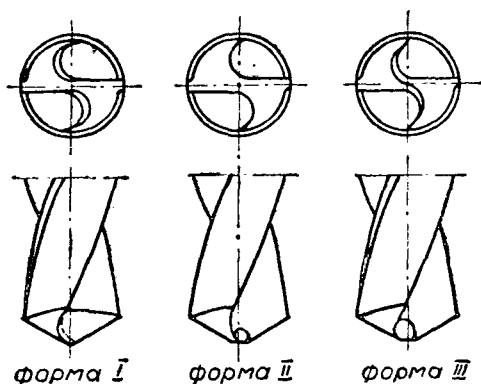


Рис. 31. Способы подточки перемычки сверла

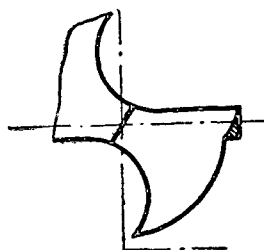


Рис. 32. Сверло с подточкой ленточки

сверла сосредоточивается особенно много теплоты, пслучающейся в результате трения ленточки о стенки отверстия. Чтобы уменьшить трение и улучшить режущие свойства этого участка сверла, делают заднюю заточку самой ленточки на длине 2—3 мм от заборного конуса. Это увеличивает производительность сверла. Обычно эта работа производится вручную.

Двойная заточка сверла. Для повышения стойкости сверла целесообразно производить дополнительную заточку заборного конуса сверла, как показано на рис. 33. Заточенное таким образом сверло, помимо нормального угла при вершине  $2\varphi = 116\text{--}120^\circ$ , имеет дополнительный угол при вершине  $2\varphi_1 = 70\text{--}80^\circ$ . Наивыгоднейшая ширина дополнительной заточки  $b = 0,2\text{ мм}$ . Повышение стойкости сверл с двойной заточкой связано с лучшим образованием стружки (она шире и тоньше), улучшается теплоотвод — этим улучшается стойкость наиболее слабого участка между ленточкой и режущей кромкой сверла.

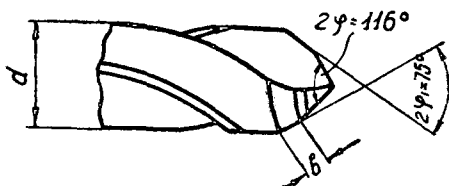


Рис. 33. Сверло с двойной заточкой

Двойную заточку рекомендуется делать на сверлах диаметром от 8 мм и выше. Двойная заточка на меньших сверлах не дает нужного эффекта. Заточка угла  $2\varphi_1$  производится на станке для заточки сверл обычным способом.



Станки для заточки сверл. Заточка режущих граней сверла обычно производится на полуавтоматических и автоматических станках, предназначенных для этой цели.

На рис. 34 изображен широко применяемый станок для заточки сверл. Он представляет собой шпиндельную головку, снабженную выдвижной державкой, в которой

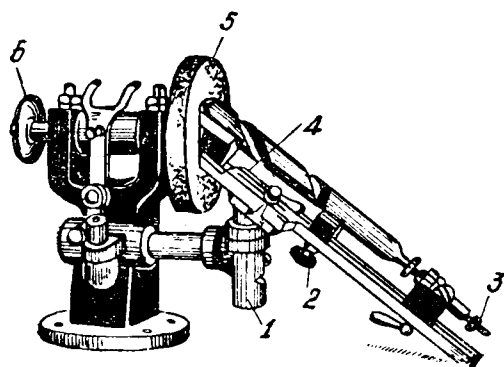


Рис. 34. Станок для заточки сверл

вокруг оси 1 вращается приспособление для установки сверла по отношению к шлифовальному кругу. Приспособление, по которому в продольном направлении перемещаются две призмы 2 и упорный винт 3, установлено по отношению к шлифовальному кругу 5 под наклоном  $58-60^\circ$ , а ось

вращения приспособления по отношению к кругу имеет наклон  $13^\circ$  (рис. 35). Такое положение приспособления дает возможность при качательном движении заточить заднюю поверхность сверла по указанному выше принципу.

Заточка сверла с помощью рассматриваемого прибора производится следующим образом. Поддерживая левой рукой сверлу, чтобы оно плотно лежало на призмах, придают качательное движение прибору, вводя сверло в соприкосновение с шлифовальным кругом на величину стачиваемого слоя. Заточив одну грань, приспособление отводят в сторону, и сверло устанавливают для заточки второй режущей грани. Подача сверла на величину стачиваемого слоя производится упорным винтом 3. После предварительной заточки обеих режущих граней сверла производится окончательная заточка без поджима упорного винта, этим достигается выравнивание режущих граней сверла. К недостаткам станка надо отнести отсутствие охлаждения и недостаточное крепление сверла при его заточке. Производительность станка не уступает некоторым автоматическим станкам для заточки сверл.

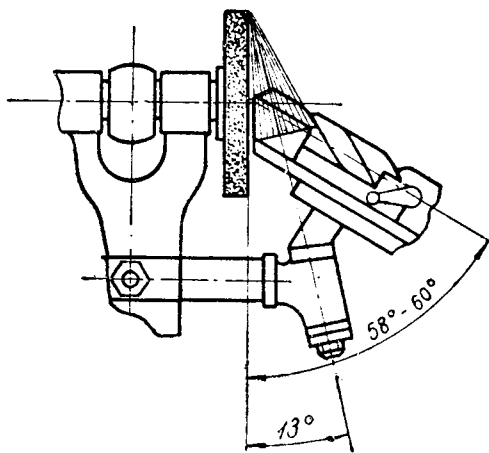


Рис. 35. Приспособление, для установки сверла на станке

Лучшими станками для заточки сверл, дающими более точную заточку, являются автоматы, редко, однако, устанавливаемые на заводах, не имеющих массового выпуска сверл. К таким станкам относятся станки фирмы Шмальц, Шток, Майер-Шмидт и другие. Отдельные типы станков для заточки сверл изготавливаются и отечественными заводами.

Требования при заточке. При отсутствии специальных станков для заточки сверл производственные рабочие обычно прибегают к ручному способу заточки. Как уже показал опыт, ручная заточка сверл не может обеспечить правильную работу сверла при любой квалификации рабочего. Сверла, заточенные ручным способом, в работе вызывают много неприятностей — увеличивается поломка и износ сверл.

При заточке сверла должны соблюдаться следующие основные правила.

1. Режущие кромки сверла должны быть одинаковы по длине и симметрично расположены по отношению к оси сверла под углом  $\varphi = 58-60^\circ$ .

Неправильное расположение режущих кромок относительно оси и неодинаковая длина ре-

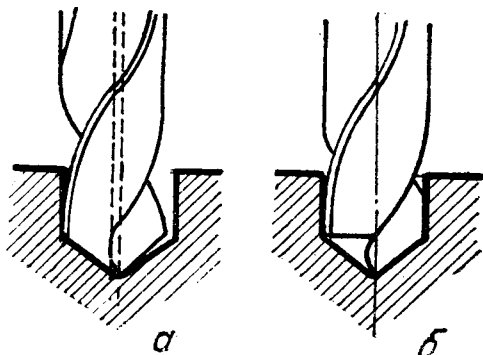


Рис. 36. Неправильное расположение режущих кромок сверла

жущих кромок дают одностороннюю нагрузку на сверло — отверстие получается больше, чем диаметр сверла (рис. 36 а, б).

2. Величина заднего угла должна быть равна  $6^\circ$  у поверхности сверла.

3. Наклон перемычки по отношению к режущей кромке должен составлять  $55^\circ$ .

4. При заточке сверл необходимо избегать капельного охлаждения или частичного погружения нагретого сверла в бачок с охлаждающей жидкостью — это вызывает трещины.

5. Толщина одновременно снимаемого слоя при заточке не должна превышать 0,03 мм.

6. Нормально допустимое затупление сверла для средних сверл должно составлять 0,2—0,4 мм. При значительном затуплении необходимо производить обрезку сверла.

7. При волнистой поверхности задней грани сверла необходимо давать приспособлению более замедленные качательные движения.

8. Перед заточкой сверло необходимо очистить от масла и прилипших частиц металла.

9. Для заточки задней грани сверла рекомендуется применять круги на керамической связке формы ПВ, зернистостью 46, а для подточки перемычки — формы Д, запрошенной по радиусу.

Контроль заточки. Сверла после заточки подвергаются проверке по следующим элементам: угол при вершине  $2\varphi$ , равномерная длина режущих кромок, правильное расположение поперечного лезвия относительно режущей кромки, чистота заточки. Для проверки первых трех элементов в практике часто применяется шаблон, приведенный на рис. 37, где указан способ его применения. Одновременно этим шаблоном возможно производить проверку угла спирали, образуемого с осью сверла. Чистота заточки поверхности задней грани определяется на-глаз сравнительно с существующим в контрольном пункте эталоном.

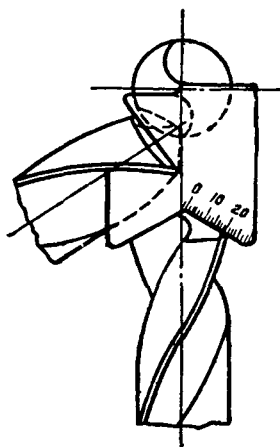


Рис. 37. Шаблон для контроля заточки сверл

Проверку угла при вершине возможно производить любым универсальным угломером. При заточке сверл в специальном станке точность угла достигается настройкой самого станка, и поэтому нет необходимости производить его проверку в каждом случае.

Для определения равномерности длин режущих кромок и симметричности их расположения относительно оси можно ре-

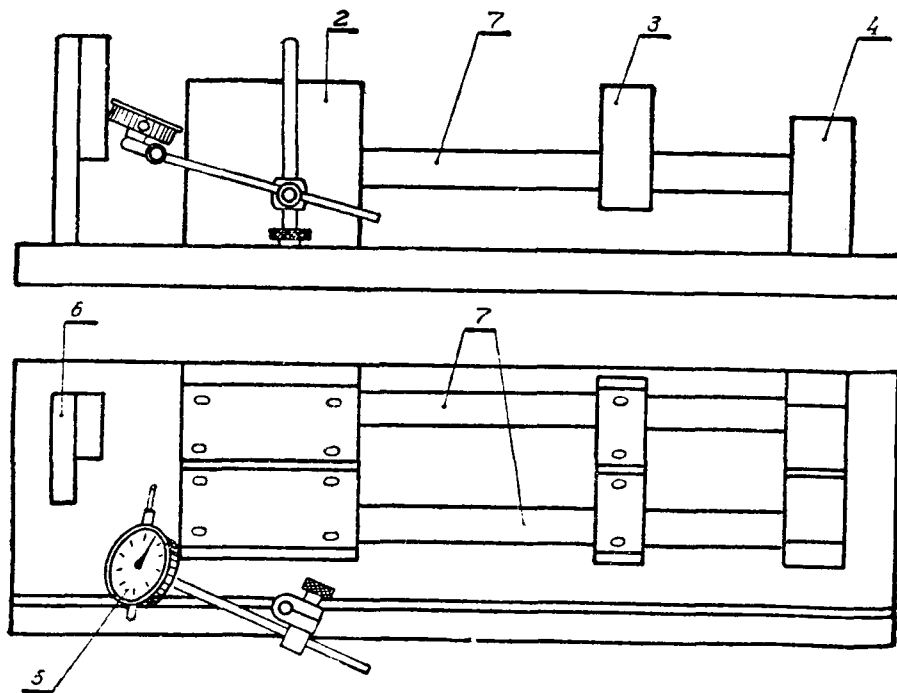


Рис. 38. Индикаторное приспособление для проверки сверл

комендовать специальное индикаторное приспособление (рис. 38). Данное приспособление состоит из основания 1, на котором расположены три призмы 2, 3 и 4, одна из которых передвижная. С левой стороны основания укреплен индикатор 5 и упорная планка 6. Подвижная призма 3 перемещается по направляющим 7.

Сверло, уложенное в призмы приспособления, упирается вершиной в упорную планку. Подведя штифт индикатора до соприкосновения с задней поверхностью сверла, сверлу дают поворот на  $360^\circ$ . По показаниям индикатора определяется степень биения режущих кромок сверла, а следовательно, относительные данные о проверяемых величинах. Проверка производится в данном случае 2—3 раза.

Допустимое биение режущих кромок сверла не должно превышать 0,05 мм.

Контроль заднего угла сверла исходит из проверки расположения поперечной режущей кромки, так как при соблюдении заданной величины угла расположения режущей кромки в  $55^\circ$  и основного принципа настройки станка для заточки по боковой поверхности конуса мы в каждом случае получаем вполне определенные задние углы. В лабораторных условиях расположение поперечной кромки обычно производится по оптическому прибору Цейсса, а углы задней заточки по прибору Шлезингера.

### § 3. Заточка протяжек

Протяжки являются высокопроизводительным режущим инструментом и в настоящее время получили широкое распространение на производстве.

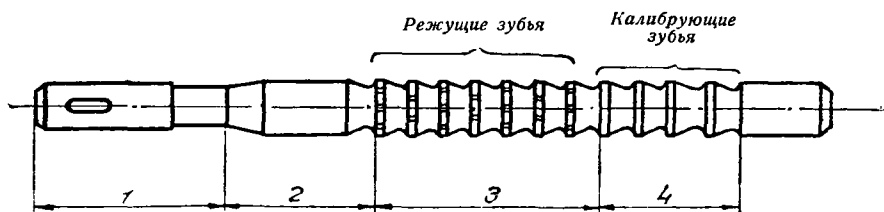


Рис. 39. Протяжка

Конструктивно протяжка представляет собой цилиндрический стержень (рис. 39), снабженный целым рядом режущих зубьев, и служит для протягивания отверстий различных профилей.

Протяжка состоит из четырех частей: хвостовика 1, направляющей части 2, заборной режущей части 3 и калибрующей части 4.

Имеющееся количество зубьев на протяжке разбивается на режущие зубья и калибрующие, которые отличаются друг от друга углами резания и диаметральным размером. Калибрующие зубья у большинства протяжек имеют меньшие передние и

задние углы и всегда снабжены цилиндрической фаской в пределах 0,2—1,2 мм. На рис. 40 представлены профили режущих и калибрующих зубьев. Здесь  $\alpha$ —задний угол,  $\gamma$ —передний угол,  $f$ —цилиндрическая фаска,  $R$ —радиус канавки для размещения стружки,  $h$ —высота зуба.

Режущие зубья протяжки, как правило, снабжены канавками для ломки стружки.

Передний угол протяжки может колебаться в пределах от 4 до 20°, в зависимости от обрабатываемого материала, так, например, для стали  $\gamma=8-15^\circ$ , для чугуна  $\gamma=4-10^\circ$ , для латуни  $\gamma=6-8^\circ$ . Для получения чистой поверхности обрабатываемого изделия у режущих зубьев принято делать передние углы больше, чем у калибрующих, перепад переднего угла в этом случае может достигать 5—8°.

Так, например, если передние углы имеют  $\gamma=10^\circ$ , то последние калибрующие зубья могут иметь передний угол  $\gamma=2^\circ$ .

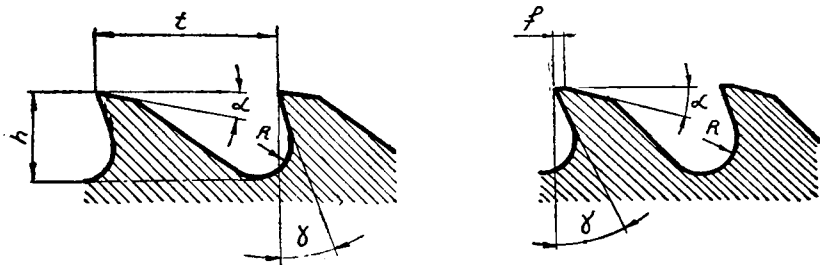


Рис. 40. Профиль режущих и калибрующих зубьев

Однако следует отметить, что, как показал опыт, при качественной заточке протяжки изменение переднего угла в таких пределах не дает должного эффекта. Возможно оставить передние углы одинаковыми на всех зубьях протяжки.

Задний угол протяжки обычно колеблется в пределах от  $\alpha=6^\circ$  для стали и алюминия до  $\alpha=2-3^\circ$  для чугуна. Как было сказано выше, калибрующие зубья имеют значительно меньшие задние углы ( $\alpha=1-2^\circ$ ), чем режущие.

Заточка протяжки по заднему углу производится в процессе ее шлифования при помощи разворота стола шлифовального станка на задний угол и остается постоянной на все время работы протяжки. Для придания остроты режущим кромкам ограничиваются заточкой протяжки по передней грани, снимая при этом всю величину затупления режущей кромки. Заточка протяжки по передней грани может быть произведена на обычных круглошлифовальных станках Колониал, Черчилль, Браун-Шарп и на универсально-заточном станке. Качество заточки и точность в этих случаях зависят от имеющегося в наличии оборудования, выбора шлифовального круга и режима работы.

Заточка протяжки на станке Колониал. Установив протяжку в центры (рис. 41) с завернутым хомутиком, конец

которого упирается в палец на ведущей планшайбе, на левый конец шпинделя шлифовальной головки наворачивают удлиненную оправку с закрепленным на ней шлифовальным

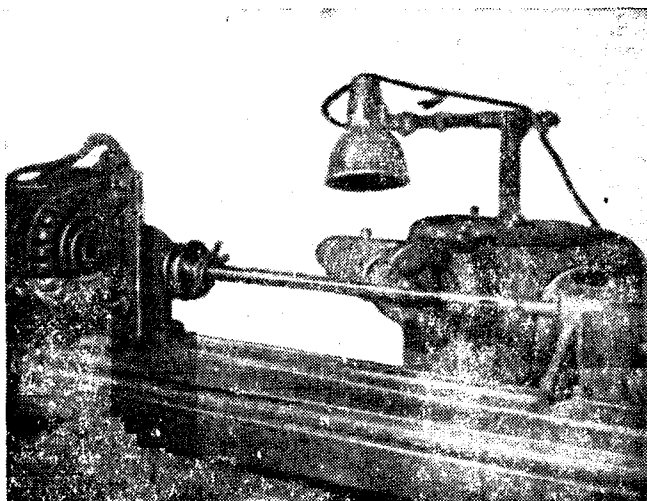


Рис. 41. Заточка протяжки на станке Колониал

кругом. Затем, разворачивая шлифовальную головку относительно протяжки на заданный угол, подводят шлифовальный круг к затачиваемому зубу в место сопряжения передней грани с канавкой (рис. 42). Давая вращение протяжке и шлифовальному кругу и производя продольное перемещение стола на величину стачиваемого слоя металла, производят заточку передней грани зуба протяжки. Здесь следует указать, что принцип заточки протяжки основан на подборе определенного угла разворота шлифовальной головки и выборе определенного диаметра круга для данного диаметра протяжки с заданным передним углом.

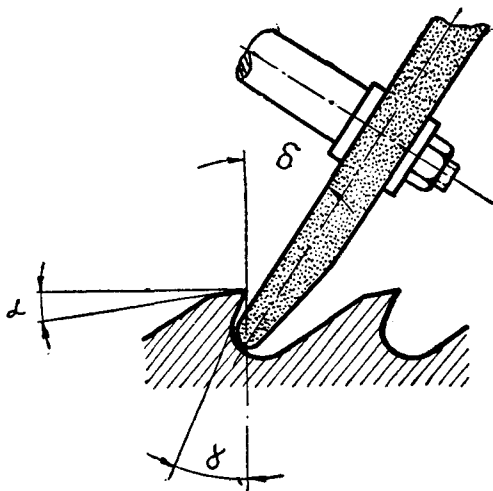


Рис. 42. Относительное расположение шлифовального круга к протяжке при заточке

Установлено, что чем меньше диаметр шлифовального круга, тем больше может быть получен передний угол, и, наоборот, чем больше диаметр круга, тем угол будет меньше при прочих

равных условиях. Если мы будем производить разворот шлифовальной головки больше, то мы соответственно получим больший передний угол.

Для большего диаметра протяжки можно соответственно брать и больший диаметр шлифовального круга или давать меньший разворот шлифовальной головки. Дать вполне определенную, точную настройку станка в этом случае трудно. Здесь можно ограничиться только отдельными практическими указаниями.

Для различного диаметра протяжек, применяемых обычно на производстве, т. е. от  $\varnothing 5$  до  $\varnothing 60$  мм, возможно применять круги диаметром от 30 до 150 мм. Круги применяются керамические, формы ЗП или ЗТ, зернистостью 60—80. Для получения более чистой поверхности заточки лучше брать вулканистые или бакелитовые прорезные круги. Однако здесь трудно получить заточку радиуса канавки, что в работе протяжки затрудняет сход стружки. В зависимости от диаметра затачиваемой протяжки необходимо применять соответствующие диаметры кругов. Так, например, для получения переднего угла в пределах  $\gamma = 8 - 10^\circ$  можно рекомендовать:

Для диаметра протяжки от	5	до	10	мм диаметр круга	30—50	мм
"	"	"	10	" 15	"	" 60—75 "
"	"	"	15	" 25	"	" 75—100 "
"	"	"	25	" 40	"	" 75—125 "
"	"	"	40	" 60	"	" 75—150 "

Согласно опытным данным, при развороте шлифовальной головки от  $20$  до  $50^\circ$  передний угол для протяжки диаметром  $30$  мм изменяется от  $2$  до  $8^\circ$ . При изменении диаметра шлифовального круга от  $75$  до  $150$  мм величина переднего угла для того же диаметра протяжки изменяется от  $10$  до  $6^\circ$ .

Если взять диаметр круга, равный  $75$  мм, то при диаметре протяжек от  $7$  до  $40$  мм передний угол  $\gamma$  соответственно изменяется от  $4$  до  $14^\circ$ .

При заточке протяжек важно следить за остротой режущих кромок, так как снятие лишнего слоя металла приводит к быстрой потере размера. Это можно обнаружить по едва заметным заусенцам (грату), выступающим на лезвии зуба.

После настройки и заточки первого зуба передний угол необходимо проверить оптическим угломером или специальным шаблоном (рис. 43), после этого производить заточку остальных зубьев. Протяжку перед заточкой необходимо очистить от масла, а зубья — от налипшего в процессе работы металла.

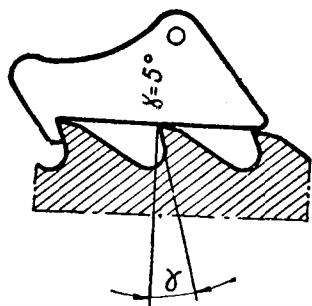


Рис. 43. Шаблон для контроля переднего угла зуба протяжки

Заточка протяжек на универсально-заточном станке<sup>1</sup>. При отсутствии круглошлифовальных станков заточку протяжек производят на универсально-заточном станке (рис. 44). Здесь протяжка закрепляется в центрах на поворотном столе. На правый конец шпинделя головки навертывается удлиненная оправка с шлифовальным кругом требуемого диаметра. Поворачивая шлифовальную головку на необходимый угол по отношению к затачиваемому зубу протяжки, головку и поворотный стол закрепляют в данном положении. После включения станка, поддерживая протяжку рукой, подводят последнюю к шлифовальному кругу. Затем, вращая протяжку рукой против направления вращения круга, дают неболь-

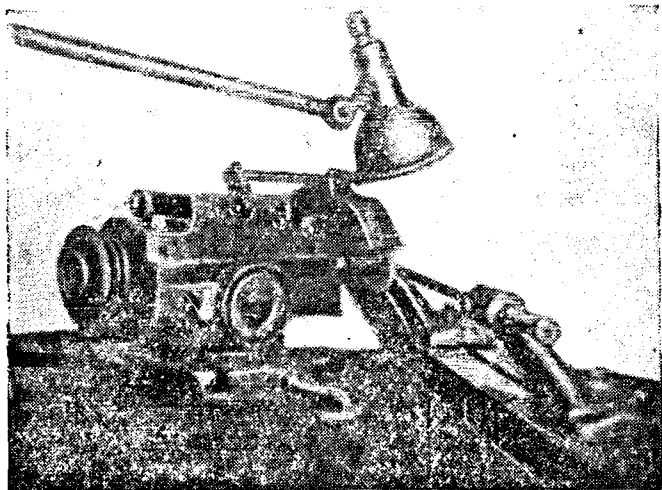


Рис. 44. Универсально-заточный станок для протяжки

шую подачу на круг ручным маховичком и производят заточку. Ручное вращение протяжки может быть заменено вращением от моторчика небольшой мощности, установленного на поворотном столе станка. Принцип настройки станка на заточку переднего угла в этом случае аналогичен вышеописанному.

#### § 4. Заточка фрез

Общие сведения. Правило „точить чаще“ особенно должно распространяться на фрезы, являющиеся сравнительно дорогим инструментом. Износ режущих граней на 0,2 мм уже диктует необходимость заточки, так как фреза при слишком большом износе не только тупится, но и совсем может потерять свою режущую способность, и заточка уже будет стоить

<sup>1</sup> Описание универсально-заточного станка приведено в § 4.



дороже. Известно, что до определенного момента работы фрезы износ ее протекает равномерно, после чего затупление режущих кромок идет весьма быстро. Этот переход от медленного затупления к быстрому носит название критерия затупления. Критерий затупления для большинства фрез характеризуется износом по задней грани зуба на 0,3—0,5 мм и появлением лунки на передней грани зуба.

Самое важное, что необходимо соблюдать при заточке, — это не только получение одинаковых углов заточки, но и чтобы все зубья одинаково выступали. Если часть зубьев будет выступать, то они будут сильно перегружаться в работе, обработка детали будет нечистой, выступающие зубья быстрее затупятся и могут выкрошиться.

Заточка фрез производится как с охлаждением, так и всухую. Работа с охлаждением допускает производить шлифование (заточку) с большей глубиной резания, не боясь отпуска режущих кромок; работа всухую дает возможность лучше наблюдать за процессом заточки. Почти все фрезы (за исключением фрез с задней заточкой) проходят три основные операции: 1) заточку передней грани зуба фрезы — для удаления затупления с передней грани зуба в виде характерной лунки и прорезки канавки при недостаточной ее глубине; 2) шлифование по диаметру и торцу (если у фрезы торцевые зубья режут) преследует цель удаления затупления по задней грани зуба фрезы и выравнивание выступающих зубьев; 3) заточку по задней грани зуба фрезы — придание зубу необходимых задних углов резания.

Заточка фрез с задней заточкой производится только по передней грани до полного удаления затупления зуба по передней и задней граням. Заточка фрез производится на универсально-заточных станках или на специальных. Шлифование — на универсальных круглошлифовальных станках обычного типа.

Большинство универсально-заточных станков изготавливается разными заводами по одному и тому же принципу и поэтому мало отличается друг от друга. Приведем описание универсально-заточного станка завода им. Ильича, тип ЗА64. Этот станок имеет широкое применение на отечественных заводах и благодаря своей удачной конструкции удовлетворяет почти всем требованиям технологии заточки режущего инструмента.

Универсально-заточный станок типа ЗА64. Универсально-заточный станок ЗА64 (рис. 45 и 46) предназначен для заточки всевозможного режущего инструмента диаметром до 250 мм и длиной до 400 мм. При помощи соответствующих приспособлений на нем возможно производить заточку инструмента диаметром до 500 мм и длиной до 600—700 мм. Кроме того, на нем возможно производить круглое наружное, внутреннее и плоское шлифование. В отличие от других универсально-заточных станков станок ЗА64 обеспечивает большую точность производимых на нем работ, имеет массивную и жесткую конструкцию. Он удобен в управлении, так как расположение маховичков и рукояток дает возможность рабочему рабо-

тать с любой стороны станка, в зависимости от выполняемой работы.

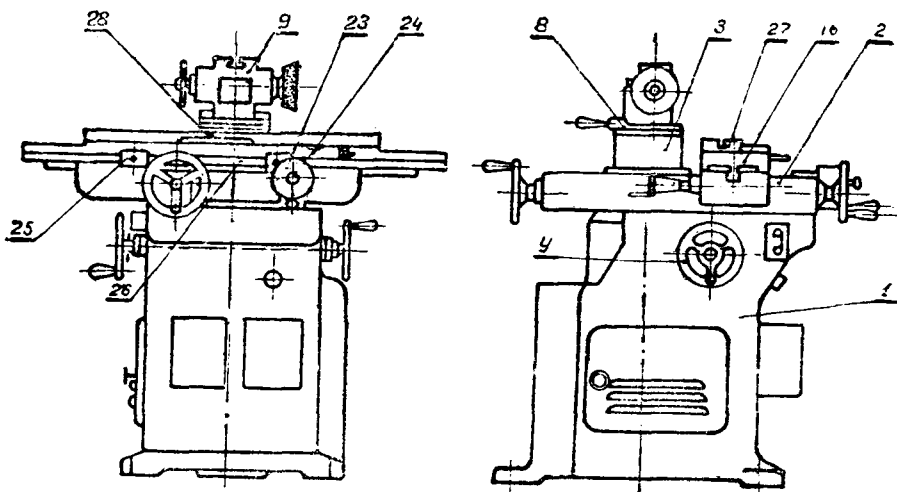


Рис. 45. Универсально-заточный станок ЗАС4

Станок состоит из станины 1, на которой расположены поперечные направляющие, по ним скользят салазки 2. Между выступами салазок расположена горловина, в которой может

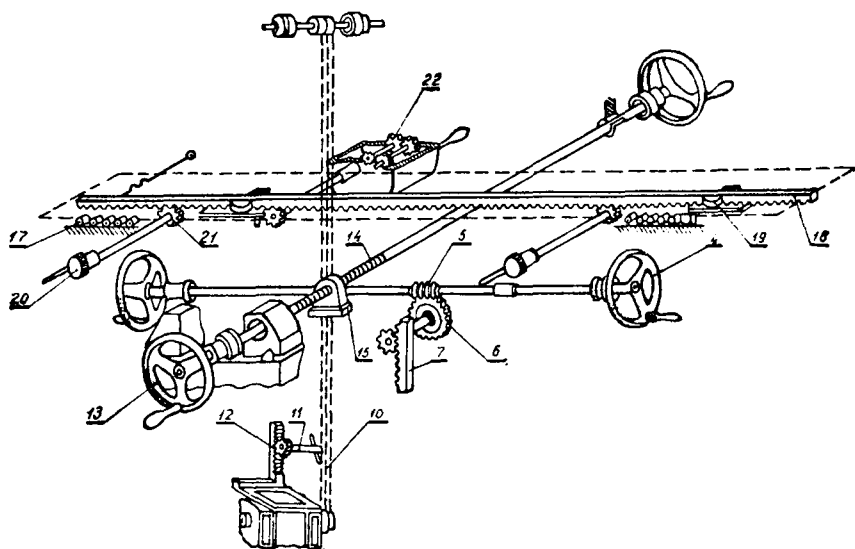


Рис. 46. Кинематическая схема станка ЗАБ4

передвигаться в вертикальном направлении гильза 3. Перемещение гильзы производится от ручных маховичков 4 через червяк 5, червячное колесо 6, шестеренку и фланец 7. В гильзе

может вращаться колонка 8, несущая на себе шлифовальную головку 9, а снизу — электромотор, связанные между собой приводным ремнем 10, проходящим внутри колонки. Мотор имеет двухступенчатый шкив, ступеням которого соответствуют скорости 3800 и 5700 об/мин. Для регулировки натяжения ремня предназначена рукоятка с шестеренкой 11 и рейка 12; после регулировки натяжения ремня мотор закрепляется двумя стопорными болтами. Установка поворота и подъема шлифовальной головки фиксируется креплением гильзы и шлифовальной головки болтами. Подача поперечных салазок производится маховичками 13 через ходовой винт 14, пропущенный сквозь левый выступ салазок и специальную гайку 15, укрепленную на станке. Продольный стол 16 имеет нижние направляющие, которые опираются на ролики 17, лежащие на направляющих корыта салазок такого же профиля. Для того, чтобы ролики не сбивались, они соединены в цепи. Для направления стола в

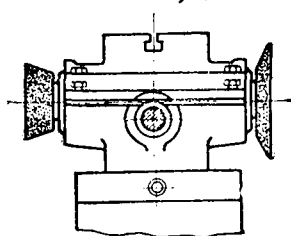


Рис. 47. Указатель для контроля уровня масла

горизонтальной плоскости по середине его находится точно обработанное в виде рейки ребро 18, которое двигается между двумя парами неподвижных точных шарикоподшипников 19. Продольный ход стола осуществляется от головки быстрой подачи 20 через шестеренку 21 и рейку 18 или посредством планетарного (замедленного) механизма 22, рукоятки 23 и кнопки включения планетарного механизма 24. Спереди продольный стол имеет Т-образный паз, на котором закреплены упоры 25, ограничивающие ход стола. Упоры имеют пружинящие пальцы, упирающиеся в штифт 26, запрессованный в поперечные салазки. Один из упоров жесткий, без пружинящего штифта. Пружинящий упор облегчает усилия рабочего для обратного отвода стола. Верхняя часть стола 27 может быть установлена под любым углом к направлению движения стола. Угол поворота устанавливается по лимбу. Положение поворотной части фиксируется затягиванием гайки 28. На Т-образном пазу, на шпонках, устанавливаются все приспособления для заточки инструмента. Шарикоподшипники шпинделя шлифовальной головки вращаются в масляной ванне, уровень масла контролируется по указателю (рис. 47).

К станку прилагаются следующие принадлежности: бабки центровые, передние и задние, для укрепления затачиваемого инструмента в центрах, поворотные тиски с шириной губок 100 мм, подручник, предохранительные кожухи, упорка простая и упорка универсальная, хомутик, универсальная заточная головка, набор оправок для закрепления шлифовальных кругов и центрирующий шаблон для установки лезвия.

Приспособления для заточных работ. К наиболее употребительным универсальным приспособлениям для заточки инструмента относится универсально-заточная головка, поворот-

ые двухколенные тиски, центровые бабки и универсальная упорка с подручником.

На рис. 48 и 49 представлена универсально-заточная головка, предназначенная для установки затачиваемых инструментов под любым наклоном в вертикальной и горизонтальной плоскостях. В корпусе заточной головки 1 на шарикоподшипниках 2 вращается полый шпindel 3, имеющий с двух сторон конусные отверстия. Одно из этих отверстий с конусом Морзе № 5 служит для крепления затачиваемого инструмента, имеющего конусный хвостовик, через соответствующие переходные втулки. При помощи специальных конусных оправок с этой стороны головки можно укреплять для заточки режущий инструмент, имеющий установочные отверстия (торцевые и дисковые фрезы, пилы Геллера, угловые фрезы и т. п.). Во второе конусное отверстие, имеющее конус  $\frac{1}{24}$ , устанавливаются конусные оправки

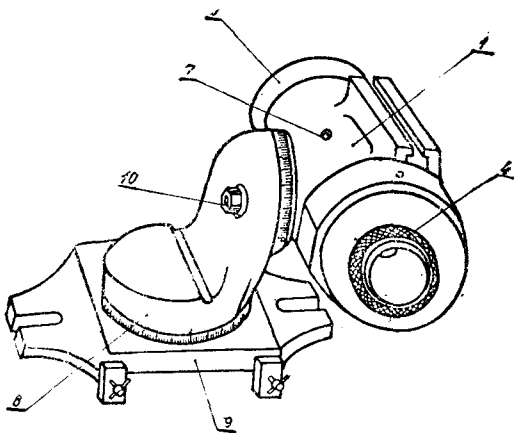


Рис. 48. Универсально-заточная головка

для заточки режущий инструмент, имеющий установочные отверстия (торцевые и дисковые фрезы, пилы Геллера, угловые фрезы и т. п.). Во второе конусное отверстие, имеющее конус  $\frac{1}{24}$ , устанавливаются конусные оправки

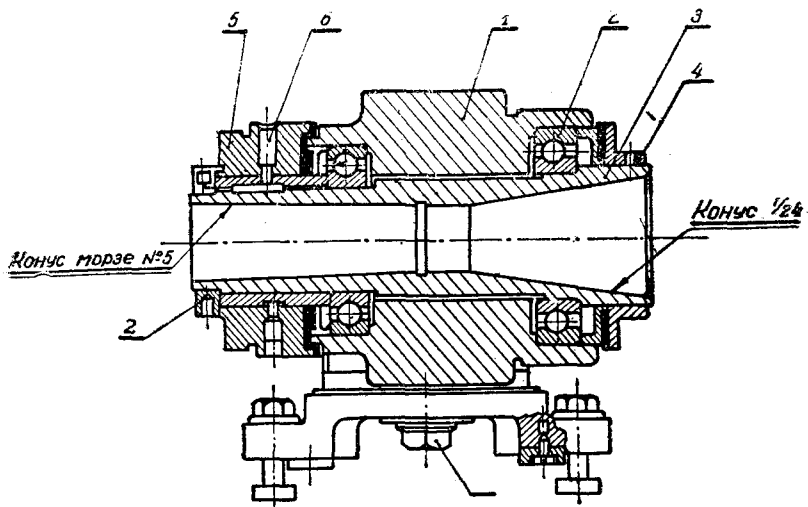


Рис. 49. Разрез по оси шпинделя универсально-заточной головки

с затяжным болтом для крепления на них крупных дисковых и торцевых фрез со вставными ножами. Вращение заточной головки производится от руки при помощи кольца 4, закрепленного на полем цилиндра и имеющего насечку. Левое упорное кольцо 5

свободно вращается на шпинделе и может быть застопорено винтом 6. Оно может быть использовано как шкив, в случае, если головка приводится в движение от мотора при помощи ременной передачи, для различных шлифовальных работ.

Вращение шпинделя фиксируется винтом 7, находящимся с верхней стороны корпуса головки. Корпус головки крепится на

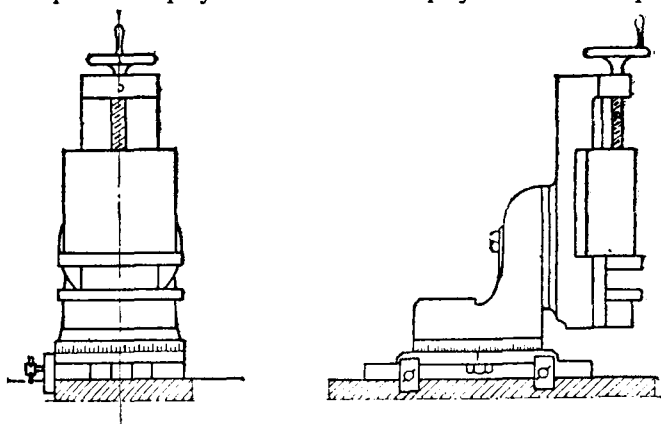


Рис. 50. Поворотные тиски

угольник 8, который в свою очередь установлен на основании 9. Установка угольника в горизонтальной плоскости и корпуса головки в вертикальной плоскости производится по соответствующим делениям шкалы, и положение головки крепится

болтом 10 и гайкой. Поворотные тиски (рис. 50) предназначены для крепления плоского режущего инструмента в различных положениях по отношению к шлифовальному кругу. Поворотные тиски бывают двухколенными, т. е. имеют поворот только в двух плоскостях. Установка тисков

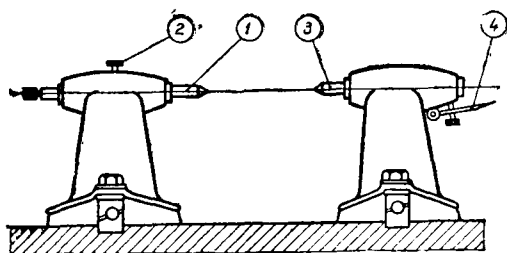


Рис. 51. Центровые бабки

на столе станка производится по имеющимся на тисках шпонкам и боковым зажимным планкам. Крепление к столу производится болтом, входящим в Т-образный паз стола, и гайкой. Тиски снабжены горизонтальной и вертикальной шкалами поворота, делениям которых производится установка инструмента в требуемом положении к кругу.

Центровые бабки, передняя и задняя (рис. 51), снабжены центрами. Передняя бабка имеет неподвижный центр 1, закрепленный болтом 2. Задняя бабка для быстрого съема инструмента имеет подвижной центр 3 на пружине, отвод которого производится при помощи рычага 4.

Чтобы дать фрезе при заточке определенное положение, применяют специальные подпорки, которые называют упорами,

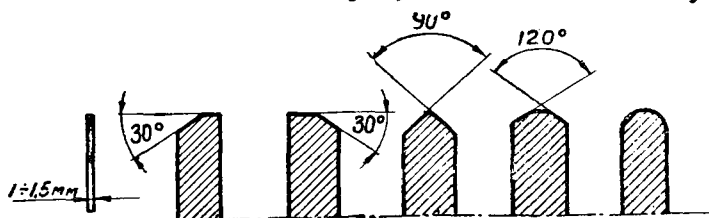


Рис. 52. Упоры с язычками для заточки фрез

снабженные язычками. Форма язычков делается разнообразной; на рис. 52 показаны наиболее употребительные типы. Язычок состоит из тонкой и достаточно упругой полоски стали, которая легко соскакивает при повороте фрезы и вместе с тем устойчиво удерживается во время работы. Упорка закрепляется на головке, несущей шпиндель для шлифовального круга, либо на поворотном столе. В первом случае упорка может применяться для всех видов фрез, а в последнем случае только для фрез, снабженных прямыми зубьями. При заточке остроконечных фрез необходимо, чтобы упор всегда прилегал к затачиваемому зубу, ближе к месту заточки. Форма язычка применяется без заострения или закругления. Для заточки фрез с американским зубом упор должен прилегать к задней спинке затачиваемого зуба (рис. 53). В случае прилегания упора к передней грани цилиндричность фрез нарушилась бы, так как отдельные зубья получились бы неодинаковой высоты. Две упорки, прилагаемые к станку (рис. 54), предназначены для установки режущего

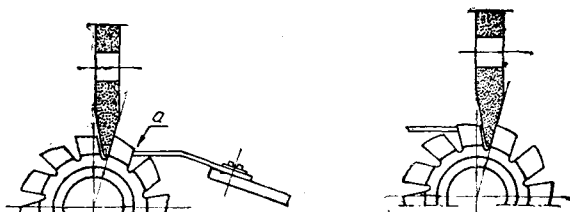


Рис. 53. Установка упора при заточке фрез с американским зубом

Универсальная упорка

Простая упорка

Рис. 54. Упорки

цилиндричность фрез нарушилась бы, так как отдельные зубья получились бы неодинаковой высоты. Две упорки, прилагаемые к станку (рис. 54), предназначены для установки режущего

зуба инструмента по отношению к рабочей поверхности шлифовального круга. Как видно, основное отличие универсальной упорки (рис. 54а) от простой упорки (рис. 54б) заключается в наличии микрометрического винта подачи с лимбом и пружинящего язычка упорки. Это дает возможность в процессе заточки регулировать положение упорки на вполне определенную величину

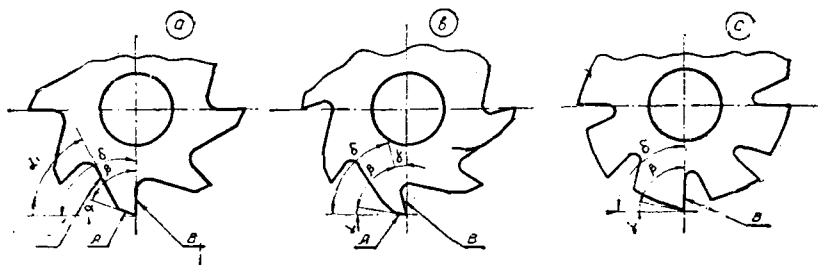


Рис. 55. Конструкции различных типов фрез:

$\alpha$  — задний угол,  $\alpha_1$  — вторичный задний угол,  $\beta$  — угол заострения,  $\gamma$  — передний угол,  $\delta$  — угол резания,  $B$  — задняя грань зуба,  $A$  — передняя грань зуба.

чину по лимбу микрометрического винта. Наличие пружинящего язычка дает возможность производить эластичное переключение затачиваемого инструмента на очередной зуб.

Форма зубьев фрезы. По конструкции фрезы делятся на два типа:

1. Фрезы с остроконечным (европейским) зубом (рис. 55а), профиль которого образуется радиальным направлением передней грани и задней грани под некоторым углом к касательной. На рис. 55б показан тот же зуб, но имеющий передний угол (поднутренный).

2. Фрезы с затылованным (американским) зубом, образованным задней гранью по кривой, приближающейся к логарифмической спирали, и передней гранью, направленной по радиусу (рис. 55с). Задний угол  $\alpha$  для фрез с остроконечным зубом равен 3—7°, а для фрез с задней заточкой 8—15°. Для чистовых работ берутся меньшие значения заднего угла и для обдирочных — большие.

Заточка фрез с остроконечным зубом производится тремя спосо-

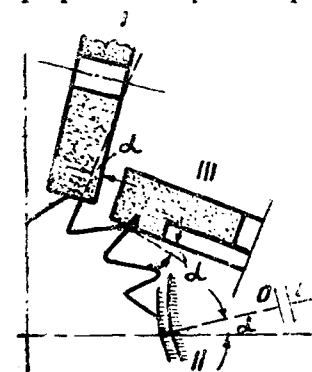


Рис. 56. Заточка фрез с остроконечным зубом

бами (рис. 56). Во всех случаях заточка производится по задней грани зуба. В зависимости от способа заточки применяются различные профили шлифовальных кругов. Первый способ заключается в применении дискового круга, расположенного под углом  $\alpha$ . Он дает прямолинейную заднюю грань. Зуб получается устойчивым (рис. 56, I). Второй способ заточки (рис. 56, II) производится тоже с помощью дискового круга, расположи-

ного параллельно оси вращения фрезы. Он дает криволинейную грань, и зуб получается менее устойчивым. Третий способ заточки (рис. 56. III) производится с помощью горшкообразного круга, расположенного под углом  $\alpha$  к касательной образующего круга. Этот способ дает прямолинейную заднюю грань, и зуб получается устойчивым. Получение заднего угла достигается небольшим смещением оси круга относительно оси фрезы.

Заточка фрез, имеющих американский профиль зуба, заключается в шлифовании передней грани зуба в радиальном направлении, т. е. режущая поверхность круга должна быть установлена строго по оси затачиваемой фрезы (рис. 58). Здесь следует учесть, что если по чертежу для данного случая не задан передний угол, то при смещении режущей поверхности круга

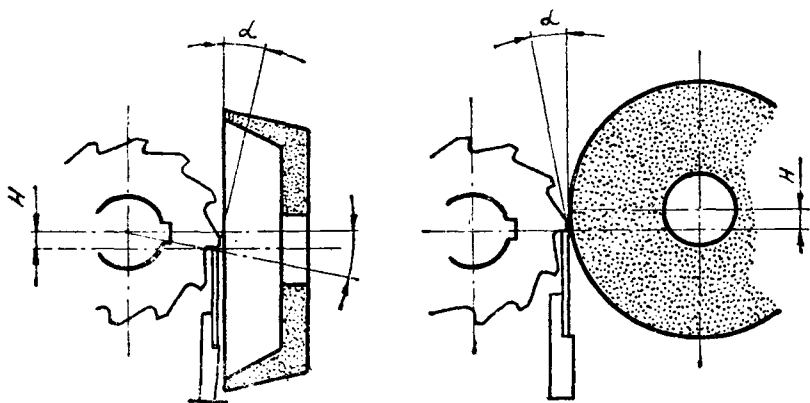


Рис. 57. Установка шлифовального круга при заточке фрез с европейским зубом

относительно оси фрезы получается искажение профиля зуба фрезы, а следовательно, брак нарезаемого профиля на изделии.

Для заточки указанных фрез употребляются круги тарельчатой формы (4П, 1Т, 3Т). Во всех случаях необходимо выбирать круг такого диаметра и толщины, чтобы он легко помещался во впадине зуба и своей задней стороной не сошлифовывал примыкающей стороны соседнего зуба.

Установка шлифовального круга при заточке фрез. Для заточки заднего угла фрез с европейским зубом (остроконечный профиль) при помощи дисковых кругов требуется сместить ось круга относительно оси фрезы на величину  $H$  (рис. 57), в зависимости от диаметра круга. Для получения заднего угла ось фрезы в этом случае должна быть всегда ниже, чем ось круга. При заточке указанных фрез чашечным кругом смещение круга не обязательно, достаточно ограничиться смещением упорки относительно оси фрезы на величину  $H$ . Здесь важно, чтобы рабочая поверхность чашечного круга при заточке не задевала вышестоящего зуба фрезы. Величина сме-



Диаметр фрезы в мм	Величина $H$ в мм при угле установки				
	3°	4°	5°	6°	7°
6	0,16	0,21	0,26	0,31	0,37
8	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49
10	0,26	0,35	0,44	0,52	0,61
12	0,31	0,42	0,52	0,63	0,73
14	0,37	0,49	0,61	0,73	0,85
16	0,42	0,56	0,70	0,84	0,97
18	0,47	0,63	0,78	0,94	1,10
20	0,52	0,70	0,87	1,05	1,22
23	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40
26	0,68	0,91	1,13	1,36	1,58
30	0,79	1,05	1,31	1,57	1,83
35	0,92	1,22	1,53	1,83	2,13
40	1,05	1,40	1,74	2,09	2,44
45	1,18	1,57	1,96	2,35	2,74
50	1,31	1,74	2,18	2,62	3,05
55	1,44	1,92	2,40	2,87	3,35
60	1,57	2,09	2,61	3,14	3,66
65	1,70	2,27	2,83	3,40	3,96
70	1,83	2,44	3,05	3,66	4,27
75	1,96	2,62	3,27	3,92	4,57
80	2,09	2,79	3,49	4,18	4,87
85	2,22	2,97	3,70	4,44	5,18
90	2,36	3,14	3,92	4,70	5,48
95	2,49	3,31	4,14	4,97	5,79
100	2,62	3,49	4,36	5,23	6,09
110	2,88	3,84	4,79	5,75	6,70
120	3,14	4,19	5,23	6,27	7,31
130	3,40	4,53	5,67	6,70	7,92
140	3,65	4,88	6,10	7,32	8,53
150	3,93	5,23	6,54	7,84	9,14
160	4,19	5,58	6,97	8,36	9,75
170	4,45	5,93	7,41	8,89	10,36
180	4,71	6,28	7,84	9,41	10,97
200	5,23	6,98	8,72	10,45	12,19
210	5,50	7,32	9,15	10,93	12,30
220	5,76	7,67	9,59	11,50	13,41
230	6,02	8,02	10,02	12,02	14,02
240	6,28	8,37	10,46	12,53	14,62
250	6,54	8,72	10,90	13,07	15,23
260	6,90	9,07	11,33	13,59	15,84
270	7,07	9,42	11,77	14,11	16,45
280	7,33	9,77	12,20	14,63	17,06
290	7,59	10,12	12,64	15,16	17,67
300	7,85	10,46	13,07	15,68	18,28

щения осей или упорки на величину  $H$  определяется по формуле

$$H = \frac{D}{2} \sin \alpha,$$

где  $\alpha$  — задний угол,  $D$  — диаметр круга для первого способа или диаметр фрезы при втором способе. Для установки оси фрезы и круга на одной высоте пользуются специальным центрирующим шаблоном. Для определения величины  $H$  при установке затачиваемых фрез можно пользоваться табл. 10, где по диаметру фрезы или круга и по заданному заднему углу находится величина  $H$ .

Установка круга для заточки переднего угла фрезы производится аналогичным способом, только в этом случае смещение рабочей поверхности тарельчатого круга относительно оси фрезы производится вправо на величину  $H$  (рис. 60), в зависимости от переднего угла  $\gamma$  и диаметра фрезы.

Установка шлифовального круга в радиальном направлении при заточке фрез с американским зубом может быть произведена по шаблону, указанному на рис. 58. Шаблон опирается двумя своими отростками на оправку фрезы, стол с фрезой передвигается до тех пор, пока рабочая поверхность круга не совпадет с мерительной поверхностью длинного отростка.

В настоящее время фрезы с американским зубом также затачиваются с передним углом (поднутрением). В этом случае можно рекомендовать для установки круга шаблон инж. М. П. Мерперта (рис. 59). Призма 1 — из листовой стали толщиной 6 мм. Линейка 2, имеющая поперечину, может перемещаться по пазу призмы с помощью маховичка и закрепляться в любом положении. На призме 1 нанесена шкала, по которой измеряется расстояние, на которое передвинута линейка 2 от своего начального положения; грань линейки совмещается с радиальным положением. Если шаблон с отодвинутой на расстояние  $H$  (рис. 60) линейкой установить на оправку, на которой посажена фреза, предназначенная к заточке, диаметром  $D$ , и установить шлифовальный круг так, чтобы он своей рабочей стороной совпадал со стороной  $a$  линейки, то шлифовальный круг заточит зуб под углом  $\gamma$ . Угол  $\gamma$  находится по формуле  $H = \frac{D}{2} \sin \gamma$ .

Для большего удобства пользования шаблоном на линейку 2 нанесена таблица значений  $H$  для наиболее применяемых значений  $D$  и  $\gamma$ .

Направление вращения шлифовального круга. На практике применяют направление вращения круга как

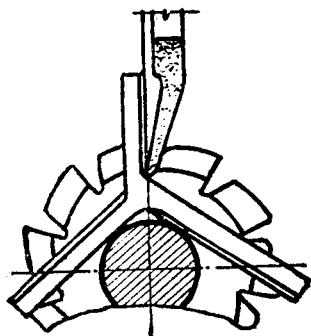


Рис. 58. Установка шлифовального круга при заточке фрез с американским зубом по шаблону

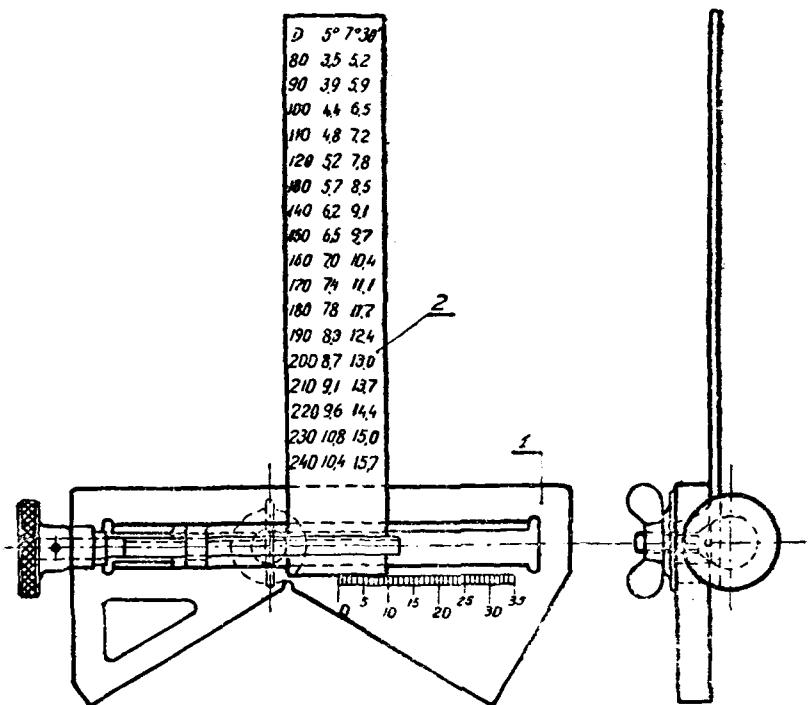


Рис. 59. Шаблон инж. Мерперта

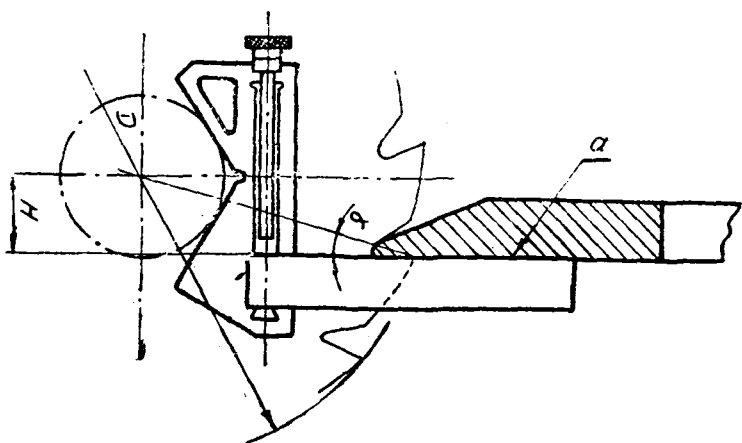


Рис. 60. Установка шлифовального круга по шаблону инж. Мерперта

навстречу (рис. 61 стрелка 1) режущему ребру, так и в обратном направлении (рис. 61 стрелка 2). В первом случае лезвие получается более гладким. При этом направлении вращения (стрелка 1) шлифовальный круг стремится нажимать зуб фрезы от упора. Кроме этого, искры, будучи направлены вверх, могут легко повредить зрение рабочего. Во втором случае (стрелка 2) шлифовальный круг прижимает фрезу к упору. Недостатком этого способа заточки является появление на режущей кромке заусенцев, которые необходимо удалять оселком.

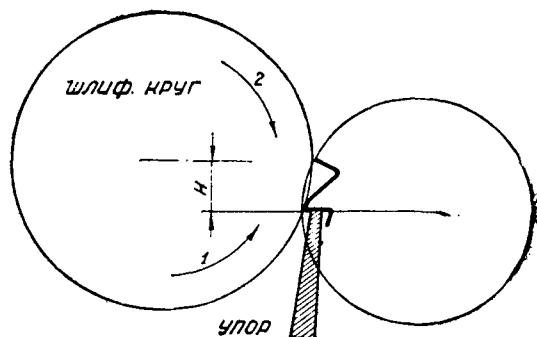


Рис. 61. Заточка зубьев фрезы

Заточка фрез с американским зубом. Заточка указанных фрез производится на специальных станках Рейнекер, Клингельберг, Барбер-Кольман и др. Все эти станки затачивают фрезы автоматически. Настройка этих станков для заточки фрез заключается в настройке угла спирали посредством набора шестерен (станки Клингельберг и Рейнекер), установке

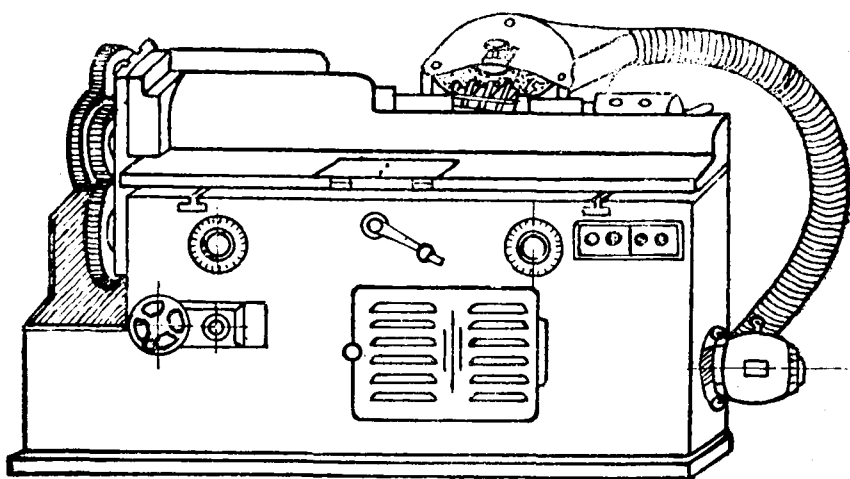


Рис. 62. Заточка червячной фрезы на станке Клингельберг

соответствующего делительного диска по числу зубьев фрезы; для автоматического переключения и настройке на передний угол заточки фрезы.

На рис. 62 показана заточка червячной фрезы на станке Клингельберг, а на рис. 63—заточка фрезы на станке Барбер-Кольман.

Фреза, насаженная и зажатая в оправке (рис. 62), одним концом оправки, имеющим конусный хвостовик, укрепляется в делительной бабке станка, а другим упирается в центр задней бабки. С левой стороны станка имеется гитара для набора шестерен и делительный диск для автоматического переключения фрезы в процессе заточки. В процессе работы станка шлифовальный круг совершает возвратно-поступательное движение и производит заточку фрезы; в конце обратного хода круга происходит автоматическое переключение фрезы.

При отсутствии на производстве указанных станков заточка фрез может производиться на универсально-заточном станке

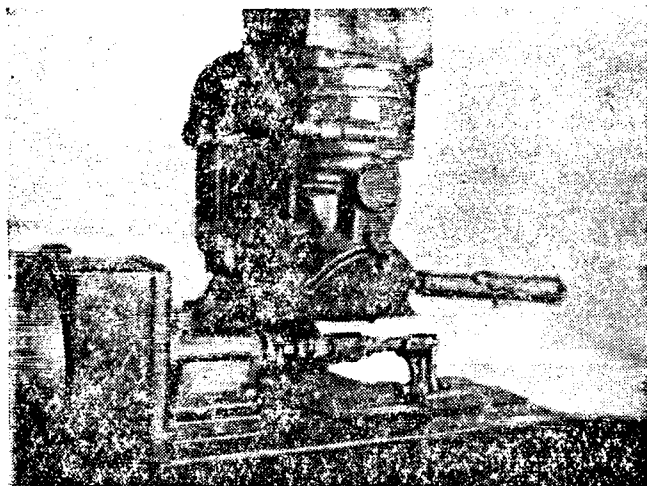


Рис. 63. Заточка червячной фрезы на станке Барбер-Кольман

ЗА64. Затачивать эти фрезы надо на оправке с упором. Фрезы с затылованным зубом, имеющие прямую канавку, можно затачивать обычным способом с установкой упорки на спинку затачиваемого зуба фрезы (рис. 53) или при помощи делительного диска. Во втором случае (рис. 64) делительный диск крепится на заточной оправке вместе с затачиваемой фрезой и устанавливается в центрах заточного станка. Упорка устанавливается на поворотном столе заточного станка, и язычок упорки упирается в зуб делительного диска. Для заточки фрезы имеется диск, число зубьев которого соответствует числу зубьев фрезы. Переключение фрезы на очередной зуб производится вручную. Перед началом заточки фрезы необходимо установить рабочую поверхность круга относительно передней грани зуба фрезы согласно заданному переднему углу. Затем закрепить диск и установить упорку. Одновременный слой стачивания не должен превышать 0,02—0,03 мм. После заточки всех зубьев подача на следующий слой стачивания производится

микрометрическим винтом упорки, а не перемещением поперечных салазок стола. Этот способ заточки фрез с затылованным зубом является более точным, чем первый, и при любой ширине зуба не изменит его шага. Фрезы с затылованным зубом, имеющие спиральную канавку, лучше всего затачивать при помощи

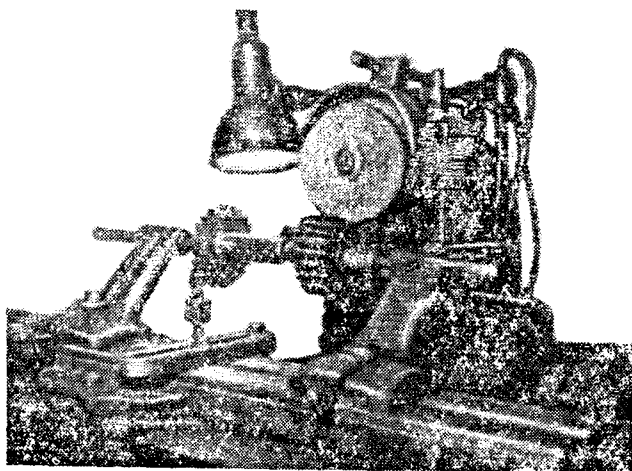


Рис. 64. Заточка фрезы при помощи делительного диска

копирной втулки (рис. 65). Копирная втулка, имеющая число канавок, соответствующее числу зубьев фрезы, и угол наклона спирали, соответствующий углу спирали затачиваемой фрезы, крепится на заточной оправке совместно с фрезой. В канавку копирной втулки входит язычок упора, который и сообщает

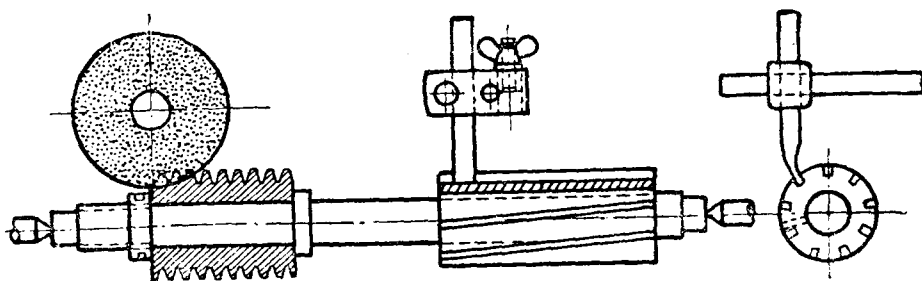


Рис. 65. Копирная втулка

фрезе вращательное движение при продольном перемещении стола. Упор в этом случае закрепляется на шлифовальной головке станка. Язычок упора делается со скошенной стороной для более легкого входа в канавку копирной втулки. При заточке указанных фрез необходимо пользоваться шлифовальными тарельчатыми кругами (формы 1Т, 3Т и 4П), при этом

работать надо скошенной стороной круга. При работе плоской стороной круга (рис. 66а) передняя грань зуба будет заточена с завалом вследствие отсутствия полного выхода круга. Разворот круга производится по углу подъема спирали фрезы (рис. 66б).

Заточка цилиндрической фрезы со спиральным зубом. Цилиндрическая фреза со спиральным зубом имеет наибольшее распространение. Принцип заточки этих фрез может быть распространен на другие типы фрез с небольшими отклонениями. Профиль зуба фрезы указан на рис. 55 а, б. Согласно рис. 55 заточке подвергается передняя грань В, задняя грань А и затылочная часть С. Заточка зуба фрезы производится в три операции:

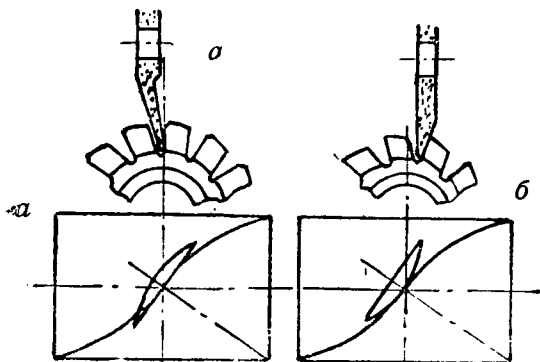


Рис. 66. Заточка фрез шлифовальными тарельчатыми кругами

а) заточка переднего угла  $\gamma$ , б) заточка заднего угла  $\alpha$ , в) заточка вторичного заднего угла  $\alpha_1$ .

Рассмотрим подробно эти операции.

Заточка переднего угла преследует три цели: во-первых, удаление приотупления зуба фрезы на передней грани; во-вторых, углубление канавки в связи с уменьшением высоты зуба из-за повтор-

ных переточек и, наконец, в-третьих, заточку самого переднего угла. Заточка в этом случае производится в следующем порядке:

1. После подбора оправки по диаметру отверстия фрезы и копирной втулки по числу зубьев фрезы и углу спирали на оправку укрепляется фреза и копирная втулка, после чего оправка устанавливается между центровыми бабками заточного станка (рис. 65).

2. На шпиндель шлифовальной головки, снабженной резьбой и конусом, навертывается оправка с закрепленным на ней шлифовальным электрокорундовым кругом тарельчатой формы (1Т, 3Т или 4П), зернистостью 46–60, СМ, на керамической связке. Если угол наклона спирали фрезы большой, заточка производится скошенной стороной круга. При незначительном угле подъема спирали возможно производить заточку и плоской стороной круга.

3. Поворотный стол по делениям лимба устанавливается на нулевое положение.

4. Укрепляют кожух на верхней части шлифовальной головки, что предохраняет заточника от возможного разрыва круга.

5. Производят правку круга карборундовым осколком по диаметру и торцу. Диаметр круга заправляется по радиусу до устранения битья.

6. Разворачивают шлифовальную головку с кругом по делениям шкалы на угол подъема спирали фрезы.

7. Укрепляют подручники с упоркой на боковой площадке шлифовальной головки.

8. По шаблону (рис. 58) устанавливают рабочую поверхность круга в радиальном направлении по отношению к зубу фрезы и смещают поперечные салазки по лимбу маховичка ручной подачи на величину  $H$  (см. табл. 10) для получения переднего угла.

9. Опускают шлифовальную головку станка до соприкосновения диаметральной поверхности круга с канавкой фрезы.

10. Прижимая фрезу передней гранью зуба к рабочей поверхности круга, укрепляют упорку в подручнике, подведя язычок в канавку копирной втулки.

11. Включая станок при помощи ручного маховичка, дают возвратно-поступательное движение столу и производят заточку. Подачу на слой стачивания производят микрометрическим винтом упорки<sup>1</sup>.

Как было сказано, при заточке необходимо следить за удалением притупления на передней грани зуба фрезы, выдерживая определенную глубину канавки. После заточки фреза проверяется по переднему углу и поступает на круглошлифовальный станок для выравнивания выступающих зубьев по диаметру фрезы.

Пользование шаблоном для установки и табл. 10 значительно удлинит процесс настройки операции, а следовательно, снижает производительность труда рабочего. Поэтому рабочий, освоивший станок и настройку этой операции, в дальнейшей работе может руководствоваться предварительной настройкой по готовому углу. Делается это так. Фреза и шлифовальный круг перемещаются до совпадения рабочей поверхности круга с передней гранью фрезерованного или ранее заточенного зуба фрезы. После первого прохода по следу заточки наблюдают, чтобы круг шлифовал всю поверхность передней грани, затем производится проверка переднего угла заточки первого зуба универсальным шаблоном<sup>2</sup>. При отклонениях от заданной величины переднего угла производится подстройка с вторичной проверкой угла по шаблону. Заточка по такой настройке проходит быстро и с достаточной точностью, но требует некоторого навыка в работе.

По аналогии рассмотрим заточку заднего угла (рис. 67):

1. На шпиндель шлифовальной головки закрепляем оправку с горшкообразным электрокорундовым кругом (формы ЧЦ или ЧК), на керамической связке твердости  $СМ_1$  —  $СМ_2$ , зернистостью

<sup>1</sup> Однако, в связи с износом рабочей поверхности круга в процессе заточки фрезы, передний угол несколько уменьшается, поэтому практически подачу фрезы на слой стачивания производят смещением поперечных салазок стола.

<sup>2</sup> Описание шаблона приведено на стр. 67.



46—60. Выверяем биение круга на оправку и закрепляем окончательно гайкой с торцевой стороны круга.

2. Устанавливаем предохранительный кожух при включенном станке, производим правку круга по торцу и периферии круга.

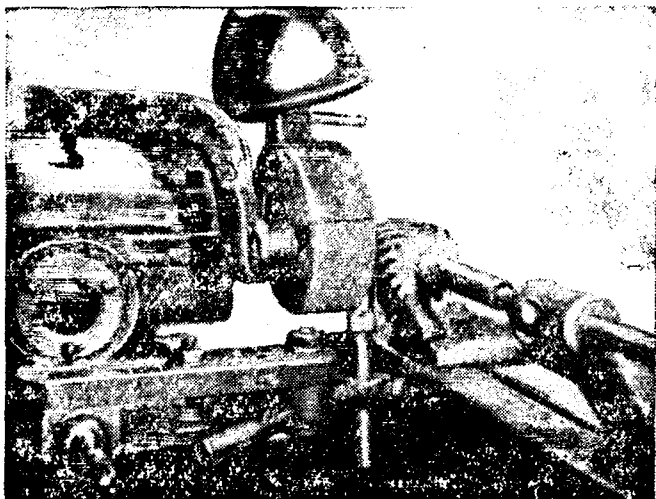


Рис. 67. Заточка заднего угла фрезы по шаблону

3. Разворачиваем головку вправо на  $1-1,5^\circ$ . Это необходимо для того, чтобы круг работал одной стороной, что уменьшает поверхность соприкосновения круга с затачиваемым зубом устраняет завал зуба по задней грани и направляет пучок искр от рабочего.

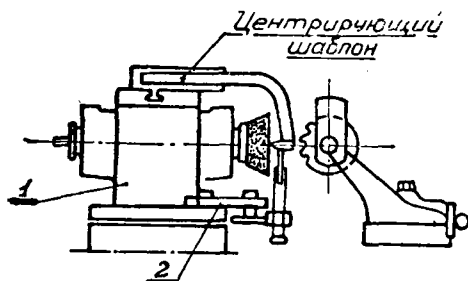


Рис. 68. Установка шаблона при заточке фрез

4. Устанавливаем на шлифовальную головку подручник упорки, а язычок упорки укрепляем перед краем круга на расстоянии  $1-1,5$  мм от торцевой поверхности (рис. 68).

5. На верхнюю поверхность шлифовальной головки устанавливаем центрирующий шаблон и выверяем по нему упорку.

6. Устанавливаем центрирующий шаблон на столе и, поднимая или опуская шлифовальную головку, подводим по нему выверенную упорку на уровень линии центров станка.

7. На центре передней бабки 1 (рис. 69), крепим приспособление для установки фрезы по заднему углу 2, неподвижную часть приспособления застопориваем болтом.

8. После установки оправки 3 и фрезы 4 в центры вводим палец хомутика 5 и подвижную часть приспособления для установки заднего угла 2. Хомутик укрепляем на оправке.

9. Повернув фрезу до соприкосновения зуба с упоркой, закрепляем неподвижную часть приспособления для установки заднего угла на нулевое положение по делениям шкалы.

10. Прижимая зуб фрезы к упорке, опускаем шлифовальную головку до тех пор, пока по шкале приспособления не получим необходимой величины заднего угла.

11. Удаляем установочный хомутик и производим заточку задней грани зубьев фрезы.

12. В процессе заточки по задней грани оставляем еле заметную цилиндрическую ленточку в 0,04—0,06 мм.

13. После заточки первого зуба производим проверку заднего угла универсальным шаблоном.

Как и в первом случае, при последующих переточках здесь можно рекомендовать предварительную настройку операции по готовому углу с последующей проверкой по шаблону. Заточка вторичного заднего угла ( $\alpha_1$ ) производится тем же способом. В этом случае необходимо учесть, что при заточке затылочной части зуба шлифовальный круг может своей верхней частью задевать режущую кромку очередного зуба, поэтому круг необходимо устанавливать всегда ниже.

Заточка насадной торцевой фрезы. Заточка насадной торцевой фрезы разбивается на следующие операции (рис. 70):

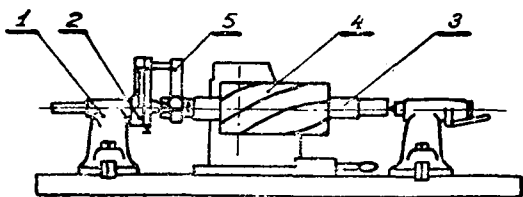


Рис. 69. Установка приспособления для заточки фрезы по заднему углу

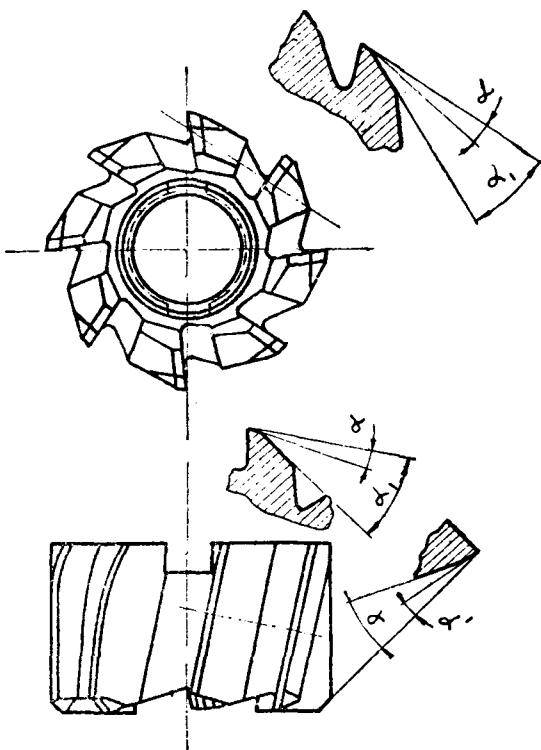


Рис. 70. Заточка насадной торцевой фрезы

Заточка насадной торцевой фрезы. Заточка насадной торцевой фрезы разбивается на следующие операции (рис. 70):

а) заточка передней грани зуба фрезы по диаметру и торцу производится на заточном станке в центрах, аналогично заточке цилиндрических фрез;

б) шлифование фрезы по диаметру (на круглошлифовальном станке) и по торцу (на плоскошлифовальном станке с магнитным столом или на обычном круглошлифовальном станке) преследует цель выравнивания выступающих зубьев по диаметру и торцу фрезы;

в) заточка основного ( $\alpha$ ) и вторичного ( $\alpha_1$ ) задних углов зубьев фрезы, расположенных по диаметру, производится в центрах на заточном станке обычным способом;

г) заточка основного ( $\alpha'$ ) и вторичного ( $\alpha_1'$ ) задних углов промежуточного лезвия зуба фрезы (прием) производится в универсально-заточной головке на заточном станке;

д) заточка основного ( $\alpha''$ ) и вторичного ( $\alpha_1''$ ) задних углов и скоса торцевого зуба фрезы производится также в универсально-заточной головке.

Для заточки зубьев на торце необходимо произвести следующие установки:

1) установить на поворотном столе универсальную головку с закрепленной на ней торцевой фрезой;

2) установить на шкале поворота головки в вертикальной плоскости нужный задний угол;

3) по центрирующему шаблону, поставленному на шлифовальную головку, установить режущую кромку торцевого зуба в горизонтальном положении поворотом шпинделя универсальной головки;

4) закрепить шпиндель универсальной головки, удалить центрирующий шаблон и укрепить на поворотном столе универсальную упорку, подведя язычок последней под зуб фрезы (возможно произвести крепление и на шлифовальной головке);

5) опускать шпиндель шлифовальной головки до тех пор, пока шлифовальный круг не будет задевать очередной для заточки зуб фрезы;

6) прижимая фрезу рукой к упорке, произвести заточку;

7) тем же способом произвести заточку вторичного угла ( $\alpha_1''$ ), развернув универсальную головку в вертикальной плоскости на заданный угол;

8) заточить скос торцевого зуба, для чего развернуть универсальную головку в горизонтальной плоскости на угол скоса.

Следует обратить особое внимание на заточку промежуточного лезвия зуба фрезы, которое в работе фрезы получает наибольшую нагрузку. От тщательности заточки промежуточного лезвия зависит стойкость фрезы. Обычно промежуточное лезвие расположено под углом в  $45^\circ$  относительно оси фрезы. Установка в этом случае производится следующим образом:

1) повернуть головку с фрезой в горизонтальной плоскости на угол в  $45^\circ$ ;

2) по центрирующему шаблону установить промежуточное лезвие на одном уровне с центром фрезы, закрепить шпиндель

универсальной головки и установить шкалу поворота его на нулевое деление;

3) отпустить винт, закрепляющий шпиндель, и, повернув его вправо на 0,7 величины заднего угла, снова закрепить его;

4) повернуть дополнительно универсальную головку вниз в вертикальной плоскости на величину 0,7 желаемого заднего угла;

5) подвести под зуб универсальную упорку, закрепленную на поворотном столе;

6) освободив шпиндель универсальной головки, произвести заточку. Аналогично производится заточка вторичного угла.

Заточка угловых фрез. Угловые фрезы затачиваются по типу заточки промежуточного лезвия торцевой фрезы с той лишь разницей, что угол наклона зуба к оси фрезы может быть установлен как поворотом универсальной головки в горизонтальной плоскости, так и поворотом стола. Если угловая фреза имеет спиральный зуб, то упорка устанавливается на шлифовальной головке.

Контроль заточки фрез. Фрезы в процессе заточки подвергаются контролю по следующим элементам:

а) передний и задний углы;

б) равномерная высота зубьев по окружности (биение фрез) или торцу;

в) общие геометрические размеры (диаметр, длина режущей части, угол приемного конуса и т. д.), заданные чертежом;

г) перекося режущей кромки для фрез, имеющих прямые зубья;

д) чистота заточенной поверхности и наличие ожогов на режущей кромке.

Для проверки всех элементов существует много различных мерительных инструментов.

Рассмотрим отдельные способы контроля.

Шаблон для проверки направления передней грани зуба фрезы (рис. 71). Этот шаблон является наиболее простым и применяется для проверки радиального расположения передней грани зуба у фрез с задней заточкой. Стержень 1 вставляется в отверстие фрезы. На стержне в вертикальном направлении перемещается угольник 2, положение которого фиксируется зажимным винтом 3. Верхняя часть угольника имеет скос 4. При проверке вводим верхнюю часть угольника в канавку фрезы и, прижимая мерительную поверхность к передней грани зуба, на просвет определяем правильность расположения передней грани по отношению к центру фрезы. В этом случае угольник должен плотно прилегать к передней грани зуба, без просвета. По имеющемуся просвету с первым приближением можно судить о величине переднего угла.

Угломер для измерения переднего и заднего углов фрез. Более универсальный прибор для измерения переднего и заднего углов фрез и другого многолезвийного инструмента схематично показан на рис. 72.

Он допускает производить замер переднего и заднего углов у фрез, разверток, зенкеров, протяжек и тому подобных инструментов с различным числом зубьев (от 4 до  $\infty$ ) и различных диаметров. По корпусу угломера 1, по направляющим 2 перемещается подвижный сектор 3. На конце сектора расположены

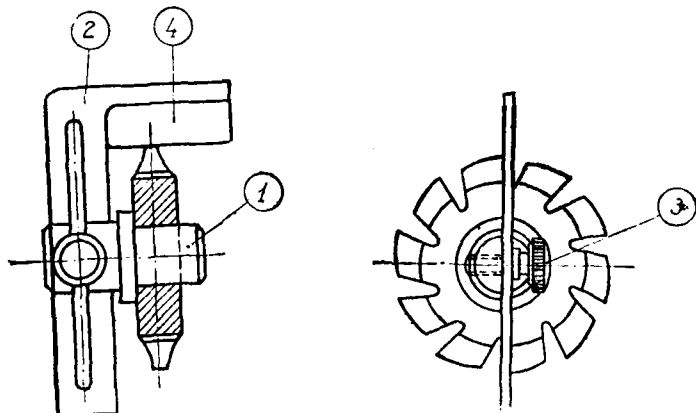


Рис. 71. Шаблон для проверки направления передней грани

две мерительные поверхности *a* и *b* под углом  $90^\circ$  друг к другу. Поверхность *a* служит для замера переднего угла, а поверхность *b* — для замера заднего угла. С правой стороны угло-

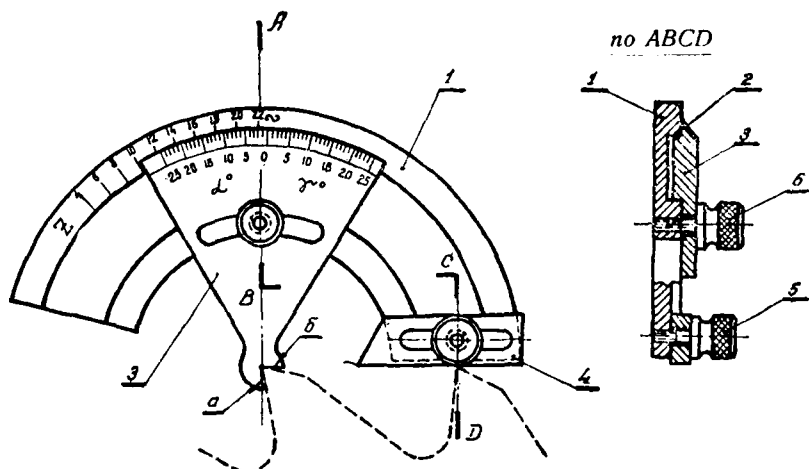


Рис. 72. Угломер для измерения переднего и заднего углов фрез

мера укреплена упорная планка 4, которая перемещается в горизонтальном направлении. Направление мерительной поверхности упорной планки должно обязательно совпадать с центром вращения подвижного сектора. Положение упорной планки фиксируется винтом 5. На подвижном секторе угломера на-

несены деления градусов — влево от нулевого деления для заднего угла  $\alpha$  и вправо от нулевого деления для переднего угла  $\gamma$ . На корпусе угломера имеется шкала, деления которой соответствуют числу зубьев замеряемого инструмента (от 4 до  $\infty$ ).

Для проверки заднего и переднего углов фрезы шаблон накладывается на смежный с проверяемым зуб фрезы. Центр вра-

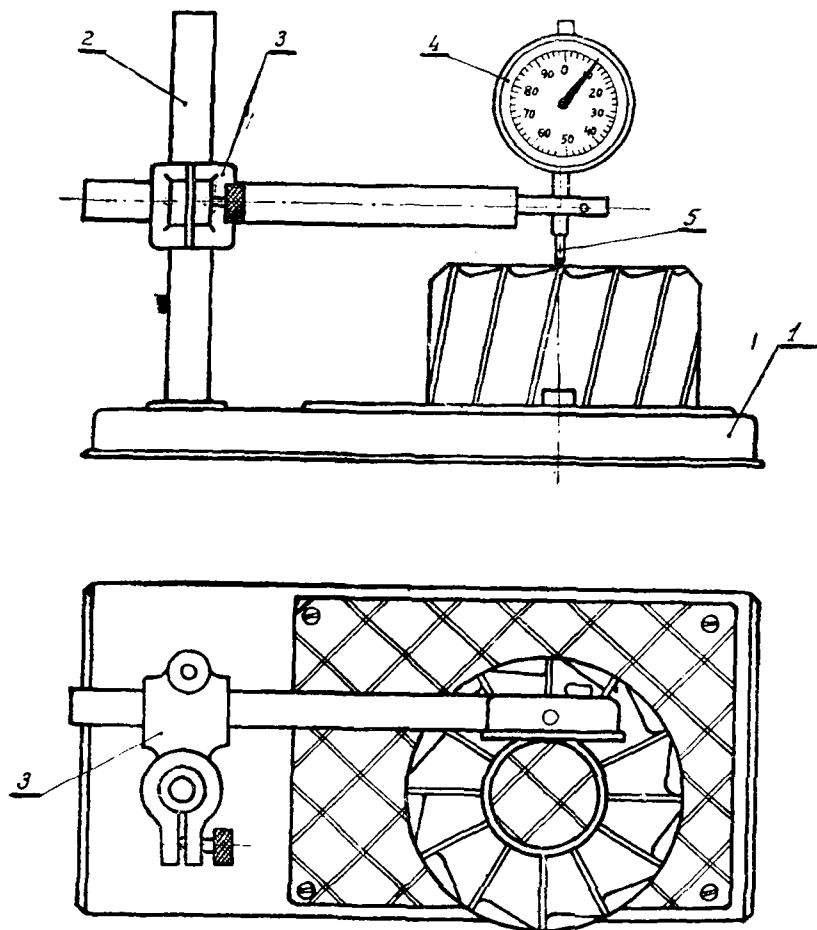


Рис. 73. Приспособление для измерения биения торцевых зубьев фрезы

щения подвижного сектора (вершина угла между мерительными поверхностями  $a$  и  $b$ ) совмещается с вершиной подлежащего проверке зуба фрезы. Отжимая винт  $b$ , перемещаем подвижной сектор вправо, до совпадения мерительной поверхности  $a$  с задней гранью зуба фрезы, по шкале делений подвижного сектора для угла  $\alpha$ ; против деления шкалы для числа зубьев замеряемой фрезы читаем данные заднего угла в градусах. При перемещении подвижного сектора влево, до совпадения мерительной поверх-

ности  $a$  с передней гранью зуба фрезы, на шкале для углов  $\gamma$  аналогично находим значение переднего угла в градусах. При замере переднего и заднего углов для торцевых зубьев фрезы, плоских протяжек по числу зубьев ищем значения переднего и заднего углов.

Приспособление для измерения биения торцевых зубьев фрезы. Это приспособление (рис. 73) представляет собой основание 1, на котором укреплена направляющая стойка 2. По направляющей стойке перемещается кронштейн 3 с закрепленным на нем индикатором 4. При проверке биения торцевых зубьев фреза опорной плоскостью укладывается на мерительную поверхность основания. Штифт индикатора 5 под-

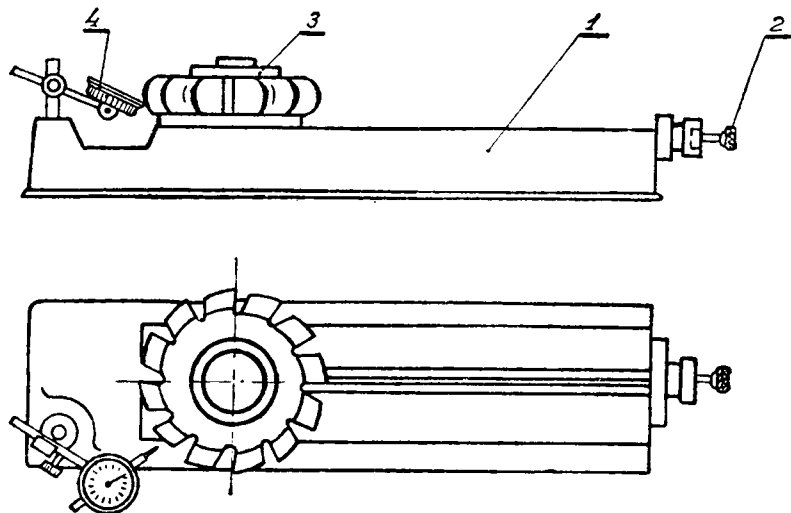


Рис. 74. Приспособление для измерения биения зубьев фрез с задней заточкой

водится до соприкосновения с зубом фрезы. Вращая фрезу на основании, по показаниям индикатора определяем величину биения торцевых зубьев фрезы.

Приспособление для измерения биения зубьев фрез с задней заточкой (рис. 74). На данном приспособлении можно проверить биение зубьев, расположенных по диаметру. По основанию 1 при помощи штифта 2 перемещается вертикально расположенный стержень 3. На стержне при помощи переходных втулок укрепляются фрезы, имеющие различные диаметры отверстия. С левой стороны прибора укреплен индикатор 4, имеющий перемещение в вертикальном направлении. После установки фрезы в стержень 3 фреза при помощи штифта 2 перемещается до соприкосновения вершины зуба фрезы со штифтом индикатора. Вращая фрезу, по показаниям индикатора определяем биение зубьев, которое не должно превышать 0,02—0,03 мм.

Измерение в центрах. Для измерения переднего угла, переноса режущей кромки, падения затылка у фрез с задней заточкой, а также биения зубьев фрез и другого инструмента при-

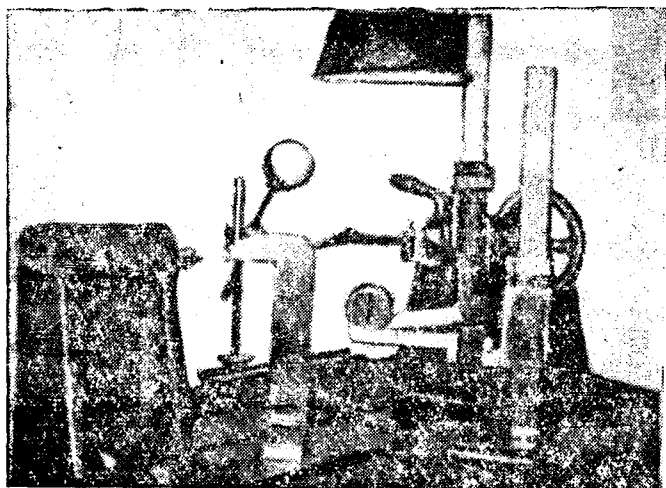


Рис. 75. Центровые бабки для проверки фрез

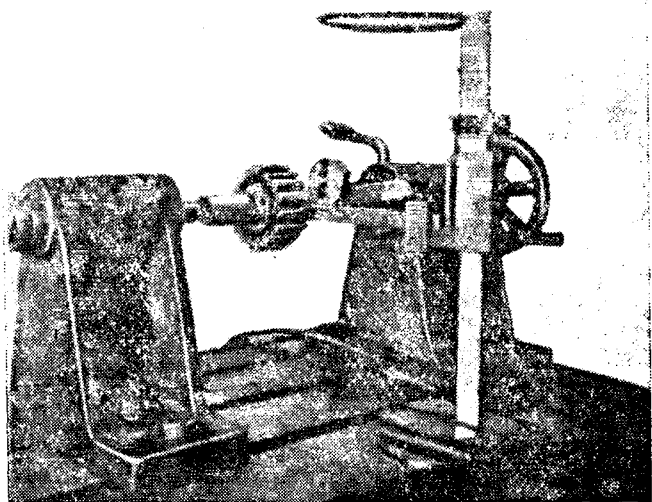


Рис. 76. Установка фрезы в оправке на центрах для измерения переднего угла

меняются обычные центровые бабки, установленные на плите (рис. 75). Данная установка снабжена центроискателем для установки режущей кромки инструмента по линии центров, штан-



гель-рейсмусом с укрепленным на нем рычажным индикатором для измерения перекоса режущей кромки зубьев фрезы, стойкой с индикатором для измерения биения зубьев и другими инструментами. Для измерения переднего угла (рис. 76) фреза устанавливается в оправке на центрах. При помощи центроискателя режущая кромка зуба фрезы устанавливается на линии центров и закрепляется в данном положении маховичком. В каретку штангель-рейсмуса крепится оптический индикатор. Перемещением каретки штангель-рейсмуса и поворотом подвижной мерительной планки индикатора вокруг своей оси вращения совмещаем последнюю с передней гранью зуба. В окуляре угломера находим значение переднего угла. Проверка перекоса режущей

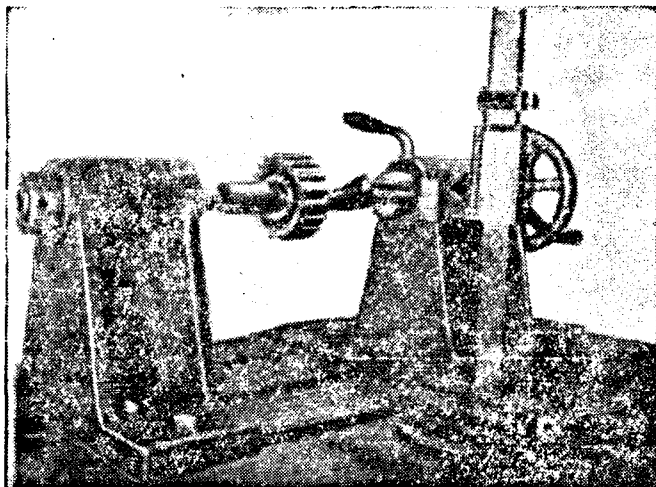


Рис. 77. Проверка зуба ниточной фрезы

кромки зуба ниточной фрезы показана на рис. 77. В этом случае штангель-рейсмусом с рычажным индикатором производится проверка величины перекоса в трех точках. По показаниям индикатора находим эту величину.

### § 5. Заточка метчиков

Заточка метчиков заключается в образовании переднего угла  $\gamma$  (рис. 78) по всей длине режущего пера, а также затылка у приемной части метчика. Заточка метчиков производится на универсально-заточном станке обычным способом с упоркой и при помощи делительного диска. В первом случае метчик устанавливается в центрах заточного станка (рис. 79), подручник с упоркой укрепляются на поворотном столе, а язычок упорки упирается в затылочную часть пера. При заточке этим способом надо следить, чтобы ширина перьев метчика была одинакова, в противном случае будет иметь место большое биение

на приемной части метчика. Это будет вызывать неравномерную нагрузку на отдельные режущие перья метчика в работе и быстрый их износ. Также следует обращать внимание на правильную и частую заправку круга по шаблону. При заточке метчика круг с износом теряет свой профиль, вследствие чего будет получаться неправильный передний угол (рис. 80) и завал режущей кромки. По второму способу (рис. 81) передний угол метчика затачивается при помощи делительного диска, установленного на шейке метчика. Язычок упорки вводится в выемку делительного диска. Деление производится поворотом диска от руки. Число зубьев делительного диска соответствует числу режущих перьев метчика. Закрепление диска на метчике производится после настройки метчика на заточку переднего угла.

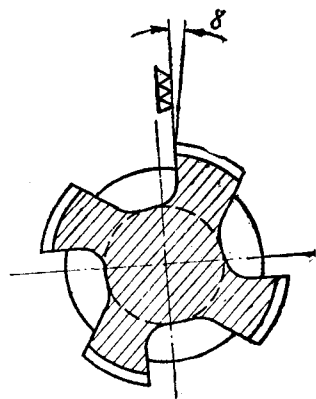


Рис. 78. Заточка метчика.

Приемная (заборная) часть метчика выполняет главную работу резания, цилиндрическая же часть направляет метчик в нарезаемом отверстии и калибрует резьбу. Поэтому на заточку приемной части необходимо обратить особое внимание. Каждое перо

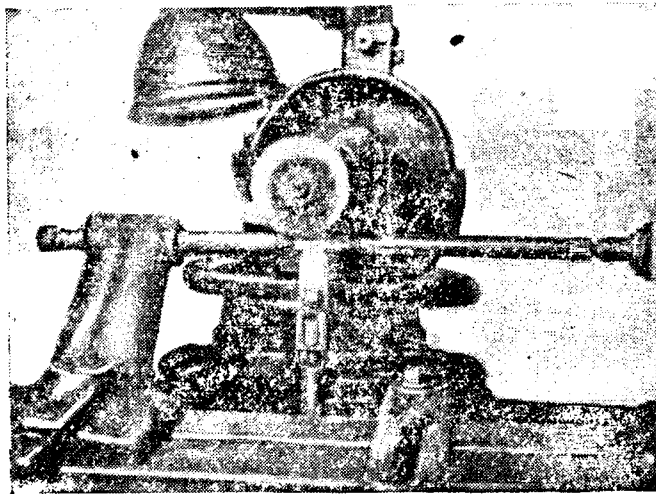


Рис. 79. Установка метчика в центрах заточного станка

метчика на приемной части имеет затылованную поверхность, чем достигается получение заднего угла  $\alpha$  и облегчается процесс резания.

Затылование метчиков при массовом выпуске производится на специальных затыловочных станках. В обычных условиях

затылование по приему может производиться на универсально-заточном станке при помощи соответствующих приспособлений или специальной заправки круга по затылованной поверхности. На отдельных заводах затылование метчиков производится от руки, но этого не следует допускать. При ручном затыловании не

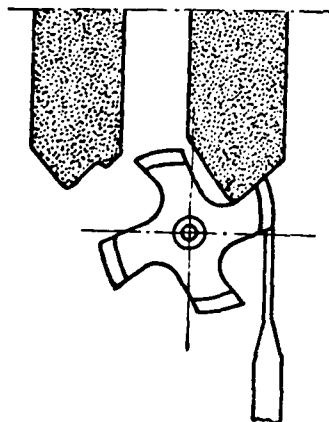


Рис. 80. Образование неправильного угла при заточке метчика на круге с износом

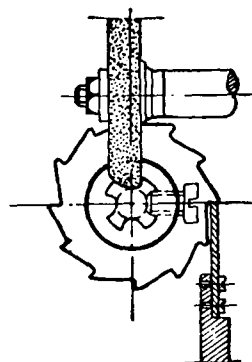


Рис. 81. Заточка метчика при помощи делительного диска

обеспечиваются необходимые задние углы приемной части режущих перьев и перья на приеме остаются неравномерными по высоте.

Наиболее простое приспособление для затылования метчиков на универсально-заточном станке представлено на рис. 82.

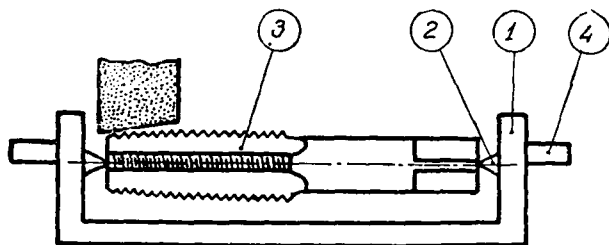


Рис. 82. Простое приспособление для затылования метчиков на универсально-заточном станке

Приспособление представляет собой раму 1, внутри которой на центрах 2 укрепляется метчик 3. На боковых сторонах рамы имеются две цапфы 4, оси которых смещены относительно центров на определенную величину. Рама вместе с метчиком укрепляется в центрах заточного станка. Шлифовальный круг берется несколько шире затылованной части и заправлен на конус. При

вращении от руки рамы с метчиком в цапфах 4 метчик эксцентрично подается на вращающийся шлифовальный круг, чем и производится снятие затылка.

На рис. 83 изображено более сложное приспособление для затылования метчиков.

В корпусе приспособления 1 вращается валик 2, который несет на себе центровые бабки 3 и 4 и упорку 5, закрепленные

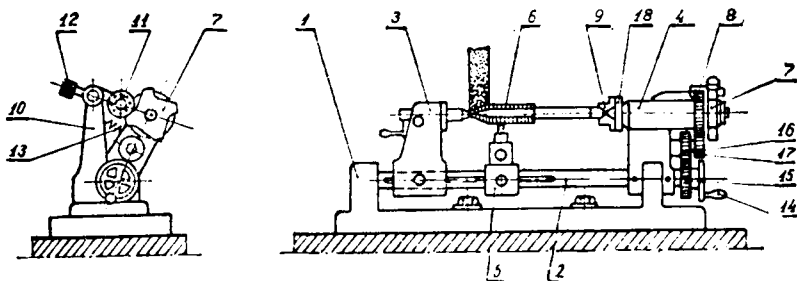


Рис. 83. Сложное приспособление для затылования метчиков

при помощи шпонки и стопорных болтов. Между центрами бабок укрепляется метчик 6, поддерживаемый упоркой. На передней бабке 4 укрепляется эксцентриковый кулачок 7, шестерня 8 и хомутик 9. На приливе приспособления 10 установлен ролик 11, который может перемещаться при помощи винта 12. Между приливом и передней бабкой приспособления установлена пружина 13, которая все время прижимает делительный диск (в данном случае для четырехперого метчика) к ролику.

Вращая маховичок 14, свободно сидящий на валике 2, движение передают через шестерни 15, 16, 17, 8 делительному диску и подвижной втулке передней бабки 18 с хомутиком 9, а следовательно, и метчику 6. При вращении делительный диск, будучи все время прижат к ролику, отводит подвижную часть приспособления, придавая метчику эксцентричные движения на круг, для каждого пера в отдельности. Снятие затылка у метчика возможно производить и при помощи специальной заправки круга по форме затылка, как показано на рис. 84. Сложность этого способа состоит в профилировании круга.

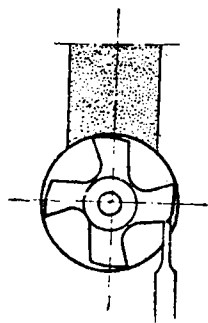


Рис. 84. Специальная заправка для затылования метчика

## § 6. Заточка разверток

Согласно рис. 85 режущая часть развертки состоит из заборного конуса 1, цилиндрической части 2, обратного конуса 3 и хвостовика 4. Конструкция самого зуба отличается от фрез наличием ленточки на цилиндрической части развертки

0,1—0,2 мм. Это делается для того, чтобы дольше сохранить развертку при переточках и улучшить направление развертки в отверстии при ее работе. При небольших затуплениях режущей грани зуба бывает достаточно ограничиться заточкой развертки по заборному конусу, где заточка производится без оставления ленточки. При заточке необходимо учитывать, что зубья по диаметру имеют неравномерный шаг и глубина канавок не одинакова. Поэтому установку круга при заточке переднего угла надо производить по наименьшей глубине канавки. Переход от цилиндрической части к заборному конусу необходимо скруглять оселком. Это обеспечит лучшую чистоту разворачиваемого отверстия и увеличит стойкость развертки.

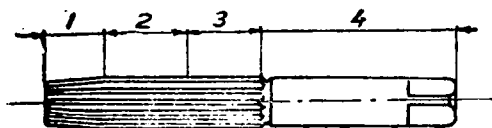


Рис. 85. Конструкция развертки

При заточке необходимо учитывать, что зубья по диаметру имеют неравномерный шаг и глубина канавок не одинакова. Поэтому установку круга при заточке переднего угла надо производить по наименьшей глубине канавки.

Переход от цилиндрической части к заборному конусу необходимо скруглять оселком. Это обеспечит лучшую чистоту разворачиваемого отверстия и увеличит стойкость развертки.

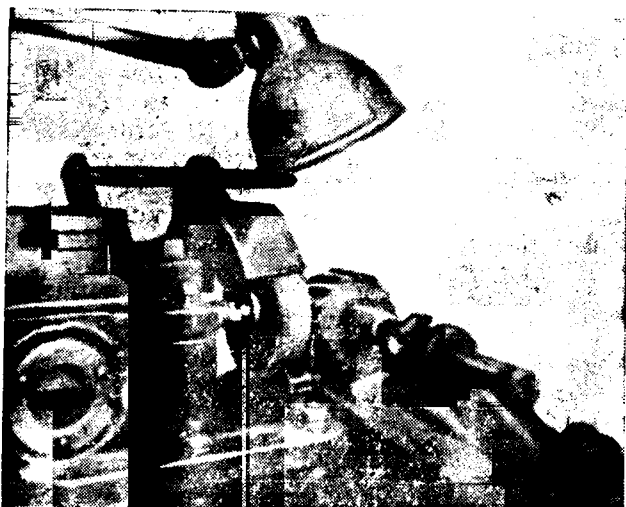


Рис. 86. Заточка заборного конуса насадной развертки

Для лучшей работы разверток после заточки рекомендуется производить доводку разверток по диаметру при помощи разжимных чугунных колец и пасты ГОИ. Припуск под доводку не должен превышать 0,02 мм.

Существенной разницы между заточкой развертки и заточкой фрез нет. Применяются те же основные правила установки круга, упора и т. д. Пример заточки заборного конуса насадной развертки показан на рис. 86.

## § 7. Заточка прогонок

Обычные круглые прогонки (рис. 87) в зависимости от диаметра нарезаемой резьбы имеют различные геометрические размеры и различное число режущих перьев — от 3 до 6. Передняя грань каждого пера с плоскостью, проходящей через режущую кромку пера и центр прогонки, образуют передний угол  $\gamma$  (рис. 88), который принимается равным для стали 15—20°. Задняя грань пера у большинства прогонок также имеет передний угол, равный 15—20°. В этом случае прогонка может производить нарезку резьбы при правом и левом вращении. В некоторых прогонках передний угол задней грани задают 0°, т. е. направление грани

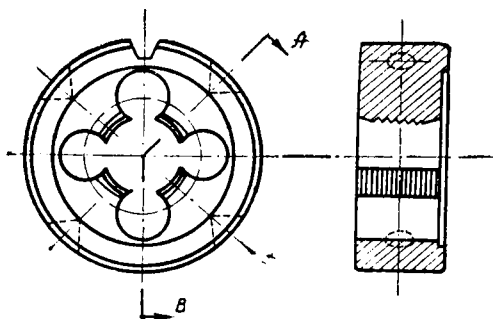


Рис. 87. Круглая прогонка

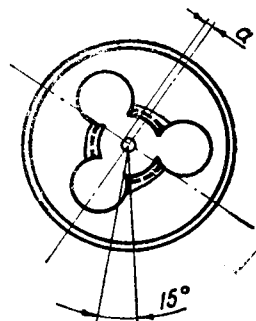


Рис. 88. Геометрия прогонки

проходит через центр прогонки. В этом случае прогонка при обратном вращении не будет резать, она будет только зачищать резьбу. Величина смещения направления передней грани у центра прогонки  $a$  для различного диаметра нарезаемой резьбы будет принимать разные значения при постоянном переднем угле  $\gamma$ . В табл. 11 приведены величины этих смещений в зависимости от диаметра резьбы.

Таблица 11

Диаметр резьбы в мм	6	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36
Смещение $a$ в мм	0,6	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	2,7	3,1	3,5	3,9

Заточка переднего угла прогонок производится посредством шлифования передней грани пера в специальном станке шлифовальным кругом небольшого диаметра (рис. 89). Станки для заточки прогонок построены по одному определенному принципу — движения круга по отношению к затачиваемой прогонке. Эти движения состоят из вращательного и возвратно-поступа-

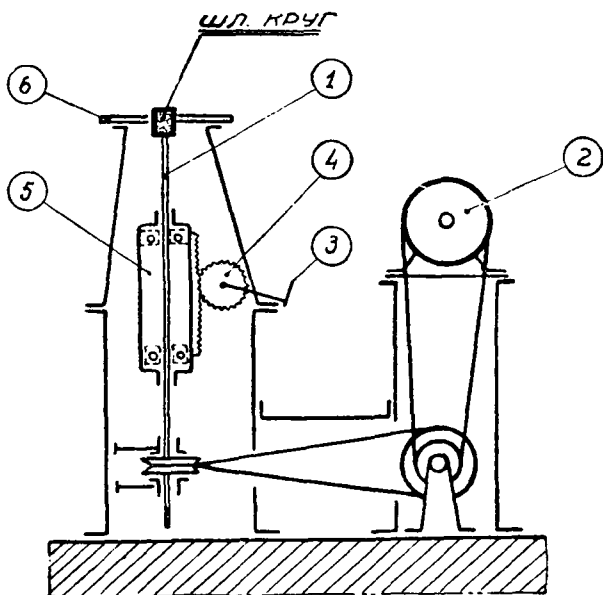


Рис. 89. Заточка переднего угла прогонки на станке с шлифовальным кругом

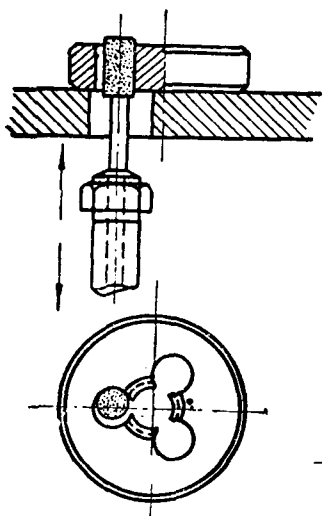


Рис. 90. Направление движения круга по отношению к затачиваемой прогонке

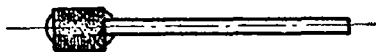


Рис. 91. Установка шлифовального круга на оправке

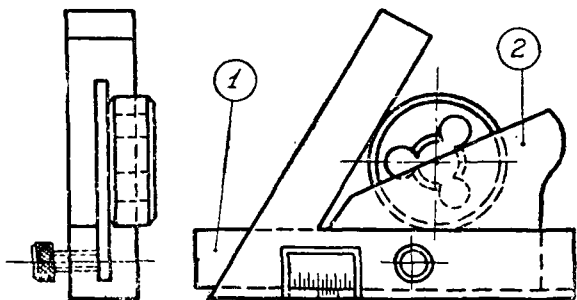


Рис. 92. Угольник для контроля переднего угла прогонки

тельного. Вращательное — для заточки прогонки и возвратно-поступательное — для равномерного износа шлифовального круга (рис. 90).

Вращающийся шпиндель 1 (рис. 89) приводится в движение от моторчика 2. Продольное перемещение производится при помощи рукоятки 3, на валике которой насажена шестерня 4, сцепленная с рейкой, укрепленной на скалке шпинделя 1. Прогонка боковой стороной укладывается на площадку 6.

Диаметр шлифовального круга для заточки прогонки выбирается размером не более  $\frac{3}{4}$  диаметра отверстия. Шлифовальные круги выбираются корраковые, зернистостью 46—60, твердостью  $СМ_2—С_1$ , на керамической связке. Укрепление круга на оправке (рис. 91) производится при помощи жидкого стекла или серы. В первом случае пространство между оправкой и внутренним отверстием заливается жидким стеклом, смешанным с мелом или охрой. Круг с оправкой подвергается просушке в течение 24 часов. Этот способ является наиболее прочным, круг снашивается почти до основания. При втором способе крепление круга менее прочное, но отсутствует длительная просушка.

Контроль переднего угла прогонки производится специальным шаблоном-угольником (рис. 92). Он состоит из корпуса 1 с углом в  $60^\circ$ , в пазу которого перемещается подвижной угольник 2, имеющий угол в  $30^\circ$ . На подвижном угольнике нанесена миллиметровая шкала, а на корпусе нанесен нониус. При помощи этой шкалы определяется относительное смещение направления передней грани пера от центра прогонки (величина  $a$ ) с точностью до 0,1 мм. Прогонка устанавливается в корпус угольника. Подвижной угольник перемещается на заданную величину смещения для затачиваемой прогонки. Поворачивая прогонку, совмещают переднюю грань со скошенной стороной подвижного угольника. Если передняя грань не совпадает со скошенной стороной подвижного угольника, то прогонка заточена неверно.

#### Глава IV

### ДОВОДКА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

При работе режущего инструмента чрезвычайно важным условием являются острота лезвия и гладкость (отсутствие шероховатостей) режущих граней. Этого можно достичь доводкой инструмента. Проверка режущего инструмента, прошедшего чистовую заточную операцию, показывает, что даже и в этом случае лезвие инструмента оказывается пилообразным, режущие грани имеют шероховатую поверхность. Вследствие этого затрудняется сход стружки с передней грани, повышается температура в процессе резания и появляются мелкие трещины. Инструмент снижает свою стойкость в работе.

Доводка улучшает качество поверхности режущих граней инструмента и увеличивает стойкость. Установлено, что увеличение стойкости режущего инструмента с применением доводки



колеблется от 15 до 300%. Так, например, для резцов с пластинками твердого сплава — от 50 до 300%, для резцов быстрорежущей стали — от 15 до 50% и для отдельных видов многолезвийного инструмента (развертки, метчики, гребенки и т. д.) — от 100 до 300%.

При работе доведенным инструментом снижается общее усилие резания (от 3 до 30%) и изменяется дрожание (вибрация) инструмента. Это дает возможность увеличивать скорость резания и получать лучшее качество обработанной поверхности детали.

### § 1. Доводка резцов с пластинками твердых сплавов

Существуют различные методы доводки резцов. К наиболее распространенным из них относятся ручной и полумеханический методы доводки.

Ручной способ. Доводка резцов может производиться двояко: при помощи шлифовальных брусков карборунд-экстра (зеленый карборунд) и на чугунных притирах, шаржированных (насыщенных в поры чугуна) абразивным порошком.

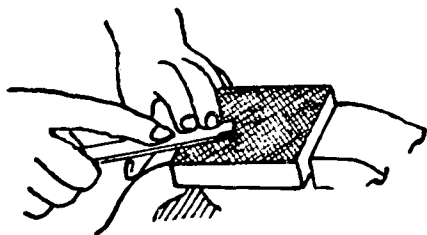


Рис. 93. Доводка резцов вручную на чугунных притирах

В первом случае доводка по режущим граням резца осуществляется ручным способом — брусками карборунд-экстра зернистостью 200—325, твердостью  $СМ_2$ , на керамической связке. Формы и размеры применяемых брусков указаны в табл. 5. Этот метод доводки применяется преимущественно для доводки различных профильных резцов по

шаблону и удобен для заправки инструмента непосредственно на рабочем месте у станка. Одновременно он обладает очень большими недостатками, а именно: большим расходом брусков, и отсутствием возможности выдержать правильные углы доводки (точность углов зависит от квалификации рабочего).

Во втором случае (рис. 93) доводка производится вручную на чугунных притирах, шаржированных пастой карбида бора или абразивным порошком карборунд-экстра. Подобная доводка может применяться для резцов с простой геометрией, имеющих прямолинейную режущую кромку.

Как и в первом случае, процесс доводки занимает много времени и точность доводки углов зависит от квалификации рабочего.

Полумеханический метод. Метод характерен доводкой резцов на вращающихся чугунных дисках, шаржированных абразивным порошком. В качестве абразивных порошков для доводки резцов применяются алмазная пыль, карборунд-экстра и карбид бора. Алмазная пыль является самым производительным порошком, но ввиду своей дороговизны применяется исключительно редко (при доводке точных резцов для алмазной расточки). Порошок карборунд-экстра, зернистостью от 200 до 325,

малопроизводителен. В последнее время хорошо зарекомендовал себя порошок карбида бора в виде пасты, составленной из карбида бора (70—80%) и парафина (30—20%). Для доводки резцов применяется карбидбора зернистостью от 10 $\mu$  до № 325 (см. табл. 2). Паста изготавливается в виде тубиков, из которых она наносится на диск.

Доводка резцов производится на доводочных станках. Конструкция такого станка дана на рис. 94.

Он состоит из станины 1, на которой установлена доводочная головка 2. Шпиндель головки с укрепленным на нем чугунным доводочным диском 3 приводится в движение от мотора и червячного редуктора, расположенных внутри станка. На оси укрепленной в станине, установлено корыто 5, на подшипниках

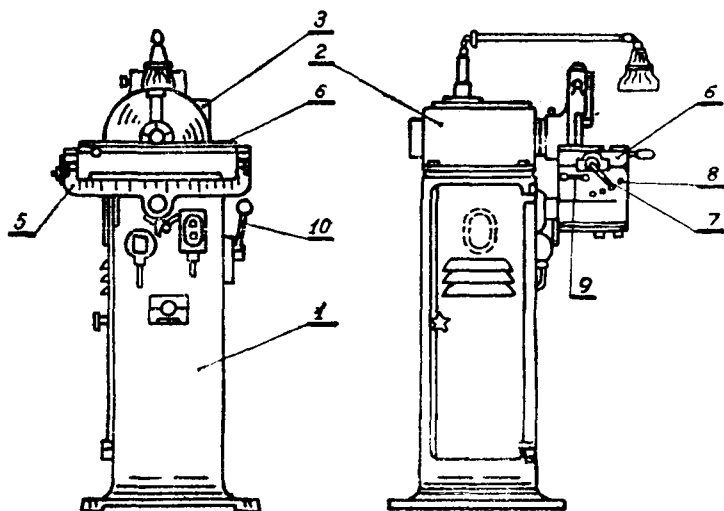


Рис. 94. Конструкция доводочного станка

которого покоится поворотный стол 6. Наклонное положение стола отмечается стрелкой 7 по шкале 8 и крепится рукояткой 9. Рукоятка 10 предназначена для изменения вращения диска в процессе работы. В пазы поворотного стола устанавливается поворотная линейка для установки резца по углу в плане (рис. 95).

Для предохранения рабочего от разбрызгивания пасты доводочная головка снабжена предохранительным кожухом.

Доводочный диск имеет размер  $D = 275$  мм и изготавливается из специального чугуна. Скорость вращения диска  $n = 80$  об/мин, что обеспечивает скорость доводки на внешней поверхности диска  $v = 1,15$  м/сек.

Обычно применяемая скорость при доводке резцов с пластинками твердых сплавов  $v = 0,5 - 1,5$  м/сек, с небольшим отступлением, обеспечивается данным станком.

Перед установкой доводочного диска на станок диск шлифуется и притирается на плите при помощи абразивного порошка.

Перед началом доводки резцов доводочный диск шаржируется пастой карбида бора. Для этого на вращающийся, слегка увлажненный керосином диск натирается паста и растирается небольшим чугунным притиром (рис. 96) по всей поверхности диска, внедряя таким образом абразивные зерна в поры чугуна. Имеющийся в составе пасты парафин, под влиянием керосина, растворяется и не влияет на дальнейший ход работы.

Процесс доводки протекает следующим порядком: начисто заточенный резец устанавливают под требуемым углом на поворотный стол, слегка прижимая резец к поворотной линейке и вращающемуся диску, и перемещают его по поверхности диска в поступательно-обратном направлении. Процесс доводки длится до получения узкой ленточки (на доводимой грани) в 1,5—2,0 мм.

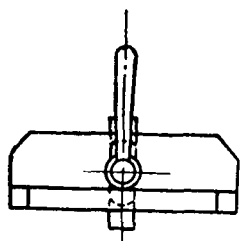


Рис. 95. Установка поворотной линейки

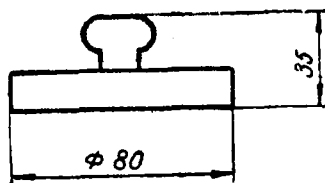
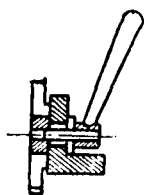


Рис. 96. Чугунный притир

Чистота доводимой поверхности проверяется посредством лупы 5- или 10-кратного увеличения. При доводке соблюдается следующая последовательность: сперва доводится передняя грань резца, затем главная и вспомогательная задние грани и последним — радиус при вершине резца. Направление вращения диска берется по правилу — от державки на режущую кромку резца.

## § 2. Доводка резцов из быстрорежущей стали

Доводка резцов из быстрорежущей стали производится на станках, построенных по тому же принципу, что и для доводки резцов с пластинками твердых сплавов. Скорость вращения диска при доводке должна быть  $v = 1,5 - 2,5$  м/сек, что и предусмотрено в станках для доводки резцов быстрорежущей стали. Доводочные диски в этом случае изготавливаются из плотного перлитного чугуна.

В отличие от доводки резцов с пластинками твердых сплавов доводка быстрорежущих резцов производится различными наждачными пастами и пастой ГОИ. Применяемые различные наждачные пасты малопродуктивны и обладают рядом недостатков. Наилучшей абразивной пастой является паста ГОИ. Пасты ГОИ, применяемые для притирки и доводки рабочих поверхностей, представляют собой абразивную массу, состоящую из абразивной окиси хрома и других дополнителей (стеарин, расплавленный жир и олеиновая кислота).

В зависимости от шлифующей способности пасты бывают трех сортов: грубая (40—17 $\mu$ ), средняя (16—8 $\mu$ ) и тонкая (7—1 $\mu$ ). Шлифующая способность пасты означает, что паста в 30  $\mu$  снимает с закаленной пластинки слой металла в 30 микрон при 40 метрах пути по чугунному притиру, шаржированному этой пастой. Процесс доводки пастой ГОИ является процессом химико-механическим, т. е. наряду с процессом резания здесь имеем химическое воздействие отдельных дополнителей пасты на поверхностный слой доводимого металла. Химизм процесса доводки пастой ГОИ обеспечивает высокую производительность, и при качественном ее выполнении не насыщает доводимую поверхность мелкими абразивными зернами. Паста ГОИ дает качественную и износоупорную доведенную поверхность. При доводке пастой ГОИ не имеет места завал режущих кромок реза.

Перед доводкой диск необходимо смачивать керосином, после чего наносится тонким слоем паста. При нанесении пасты на диск не надо обильно смачивать диск керосином — это ведет к разбрызгиванию пасты.

## Глава V

### УХОД ЗА СТАНКОМ И РАБОТА НА НЕМ

1. Прежде чем приступить к работе на станке, необходимо проверить, закреплен ли подручник и нет ли большого зазора между подручником и шлифовальным кругом. Если зазор превышает величину 2—3 мм, то необходимо отжать крепежные болты и закрепить его в необходимое положение на высоте центра круга.

2. Перед началом работы необходимо смазать все движущиеся части станка, залить масленки маслом, проверить уровень масла в шпиндельной головке (рис. 47), закрепить все предохранительные кожухи.

3. Пуск электромотора, где имеется реостат, надо производить сначала включением рубильника (при выведенном реостате), а затем постепенно включать реостат. Выключение станка производится в обратном порядке.

4. Рубильник надо включать полностью, невключение одной фазы приведет к порче мотора.

5. Перед включением станка необходимо проверить, не попали ли посторонние предметы между кругом и подручником. Они могут при пуске станка привести к разрыву круга.

6. Воспрещается работающему на станке тормозить станок при его остановке различными посторонними предметами.

7. После окончания работы надо выключить станок и местное освещение.

8. Нельзя работать на станке при сильно зажатых подшипниках — это может привести к их нагреву и быстрому износу. Регулировку натяга подшипников производит ремонтный слесарь.

9. Периодически в работе необходимо проверять натяжение ремня. Сильно натянутый ремень нагревает подшипники, а в отдельных случаях рвется по шивке. Слабо натянутый ремень скользит, быстро изнашивается и уменьшает число оборотов круга. Ширина ремня должна соответствовать ширине шкива. Шкивы не должны иметь перекосов.

10. Необходимо следить, чтобы в процессе работы на ремень не попадало масло — от этого он будет буксовать и растягиваться.

11. Необходимо обратить внимание на отсутствие биения круга. Если круг бьет, то его надо немедленно выправить.

12. От правильной заточки зависит качественная работа инструмента. Прежде чем приступить к работе, надо ознакомиться с чертежом на затачиваемый инструмент, выяснить углы его заточки.

13. Перед заточкой надо тщательно очистить инструмент от масла и грязи.

14. Затачиваемый инструмент нельзя сильно прижимать к кругу, так как этим можно отпустить режущую кромку.

15. Нельзя работать засалившимся кругом — этим удлинится время заточки и возможен отпуск режущей кромки.

16. Толщину снимаемой стружки надо брать в зависимости от размеров затачиваемого инструмента, его материала и характеристики выбранного шлифовального круга.

17. Для каждого затачиваемого инструмента надо выбирать круг соответствующей характеристики.

18. Нельзя пользоваться наждачной бумагой для очистки следов отпуски режущей кромки, как это делают некоторые рабочие. Этим только скроется брак заточки инструмента.

19. После окончания смены необходимо выключить станок, вычистить его от абразивной пыли, снять круг, убрать оправку, ключи и другой вспомогательный инструмент.

## Глава VI

### ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Большинство несчастных случаев происходит вследствие разрыва шлифовальных кругов и нередко кончается смертью потерпевшего. Кроме того, несчастные случаи могут вызвать следующие причины: срыв круга со шпинделя во время хода, заклинивание обрабатываемого инструмента, отлетание частиц металла и круга, а также попадание руки или другой части тела работающего в движущиеся части станка.

Разрыв шлифовального круга. Разрыв круга может произойти по следующим причинам: непрочности круга вследствие наличия в нем трещин, увеличения числа оборотов круга против допустимого, неправильного монтажа его, заклинивания круга во время работы обрабатываемым предметом, неправильного ухода за кругом, неправильной работы на нем.

Для обнаружения трещин в круге необходимо перед установкой на станок осмотреть камень снаружи и проверить на звук, для чего круг тщательно обстукивают каким-либо тупым металлическим предметом, подвесив его на железном прутке. Ясный звенящий звук при обстукивании указывает на отсутствие внутренних трещин.

Разрыв круга от чрезмерно высокого числа оборотов — явление довольно частое. Всегда следует придерживаться того предельного числа оборотов, которое указывается на круге, т. е. 25 — 35 м/сек, или установленного в результате испытания на заводе.

Монтаж кругов должен проводиться особо тщательно. Зазор между кругом и шпинделем должен быть в пределах 0,3—1 мм, в зависимости от величины круга. Делать этот зазор меньше не следует, так как это может повести к перенапряжению материала круга в опасном месте и к образованию трещин. Делать этот зазор более указанного предела также не следует—это может привести к сползанию круга с зажимных шайб во время работы, и круг начнет бить.

Круг на шпинделе следует укреплять только двумя шайбами с двумя прокладками по обеим сторонам круга. На рис. 97 показаны примеры неправильного (справа) и правильного (слева) крепления круга. Шайбы, не одинаковые по размерам или погнутые, ведут к неравномерной нагрузке на круг; по этой же причине нельзя применять шайбы, не обработанные с внутренней стороны и не имеющие выточек. Необходимо применять прокладки из кожи, резины или картона. Работающий должен твердо усвоить следующие основные правила при работе с кругом:

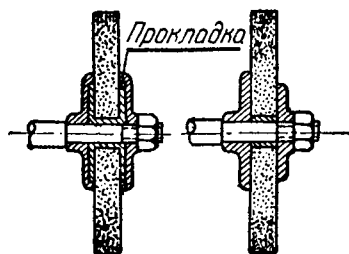


Рис. 97. Правильное и неправильное крепление круга

1) перед установкой круга на станок необходимо проверить, не имеет ли он трещин или повреждений;

2) не следует насаживать круг на шпиндель с усилием или при помощи молотка; если отверстие круга мало, то его следует расточить, если отверстие велико, то надо залить свинцом и затем расточить до требуемого размера; после расточки круг обязательно подлежит испытанию на требуемую скорость;

3) наконец, не следует устанавливать круг на станок с числом оборотов, превышающим скорость, указанную на ярлыке круга, и если ярлыка нет, то круг следует обязательно испытать;

4) неправильно закрепленный круг может испортить заточиваемый инструмент и станок, а также привести к несчастному случаю; поэтому необходимо проверить, в какую сторону вращается круг и правильно ли он закреплен;

5) в случае образования трещины на круге или выломки его края нужно немедленно остановить станок и сообщить об этом мастеру;

6) при заточке длинных резцов надо брать резец левой рукой, по возможности посредине, а правой за конец инструмента и подводит его к вращающемуся кругу постепенно, а не сразу; таким образом устраняется возможность несчастного случая;

7) всегда надо держать затачиваемый инструмент в руке крепко, иначе круг его вырвет, что представляет большую опасность; необходимо, чтобы инструмент не дрожал в руке, а для этого нужно крепче прижимать к подручнику;

8) при работе на заточном станке следует стоять всегда сбоку, в противном случае осколки разорвавшегося круга могут попасть в голову или в грудь;

9) нельзя класть на станину станка и близко к кругу лишний инструмент во время работы, так как от неосторожности (толчка) круг может его затащить;

10) запрещается надевать ремень руками на шкив станка на ходу, так как он легко может захватить руку или одежду; надевать ремень на шкив надо по направлению его движения;

11) нельзя при заточке завертывать нагретый инструмент концом полы одежды или тряпкой;

12) воспрещается во время работы станка снимать установленное на нем ограждение;

13) при работе необходимо применять предохранительные очки или устанавливать стеклянные рамки.

## Глава VII

### ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

Для достижения высокой производительности труда надо организовать свое рабочее место, а для этого необходимо:

1. Иметь около станка, на станке и в шкафу только нужное для работы, как то:

а) набор оправок с укрепленными на них шлифовальными кругами для всех случаев выполняемой работы;

б) приспособления для заточки (универсальная заточная головка, тиски, универсальная и простая упорка, центровые бабки, подручники);

в) набор ключей для закрепления крепежных болтов шлифовальной головки, стола и приспособлений;

г) болты для крепления приспособлений;

д) масленку с маслом для смазки станка;

е) щетку для очистки станка после работы;

ж) три съёмных предохранительных кожуха для различных размеров и форм кругов;

з) предохранительные очки;

и) ключи для закрепления круга на оправке;

к) набор язычков для упорков различных форм и размеров;

л) оселок для снятия заусенцев после заточки режущей кромки инструмента;

м) набор оправок для инструмента при работе в центрах или на универсально-заточной головке;

н) необходимый мерительный инструмент (радиусомер, универсальный угломер для измерения переднего и заднего углов инструмента, масштабная линейка, индикаторная стойка и т. д.).

2. Складывать у станка аккуратно и в определенном месте доставляемый для заточки инструмент.

3. Доставлять инструмент для заточки в деревянной таре и обернутым в бумагу. Это предохранит от забивания режущих кромок.

4. Складывать снимаемые приспособления, подсобный инструмент и части станка в порядке их потребности в установленные для них места.

5. Содержать в полном порядке инструментальный шкаф или ящики, располагать в них инструмент с таким расчетом, чтобы часто употребляемый инструмент лежал ближе.

6. Обтирать все необходимые в работе предметы перед тем, как убирать их в шкаф.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Глава I. Шлифовальный круг . . . . .	5
1. Абразивный материал . . . . .	6
2. Зернистость . . . . .	8
3. Связка . . . . .	9
4. Твердость шлифовального круга . . . . .	11
5. Форма и размер шлифовального круга . . . . .	11
6. Правка шлифовального круга . . . . .	15
7. Выбор шлифовального круга . . . . .	16
Глава II. Материал режущего инструмента . . . . .	18
1. Углеродистая сталь . . . . .	19
2. Быстрорежущая сталь . . . . .	19
3. Малолегированная быстрорежущая сталь . . . . .	20
4. Твердые сплавы . . . . .	20
Глава III. Заточка режущего инструмента . . . . .	21
1. Заточка резцов . . . . .	22
2. Заточка сверл . . . . .	37
3. Заточка протяжек . . . . .	43
4. Заточка фрез . . . . .	47
5. Заточка метчиков . . . . .	72
6. Заточка разверток . . . . .	75
7. Заточка прогонок . . . . .	77
Глава IV. Доводка режущего инструмента . . . . .	79
1. Доводка резцов с пластинками твердых сплавов . . . . .	80
2. Доводка резцов из быстрорежущей стали . . . . .	82
Глава V. Уход за станком и работа на нем . . . . .	83
Глава VI. Техника безопасности . . . . .	84
Глава VII. Организация рабочего места . . . . .	86

---

Редактор К. И. Бухвалова

Подписано к печати 26/III 1945 г.

МО 1476

Печ. листов 5,5

Зак. № 1007.

Уч.-изд. л. 6,25

Цена 6 р. 50 коп.

1-я типография Машгиза НКТП. Ленинград, ул. Моисеенко, 10.

