

Инж. Г. Ф. КУДАСОВ, инж. Л. С. БОЦЕНЮК

ТЕХНОЛОГИЯ ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ

М 5003

ЛЕНИНГРАДСКОЕ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ
Л О Н И Т О М А Ш

Инж. Г. Ф. КУДАСОВ и инж. Л. С. БОЦЕНЮК

ТЕХНОЛОГИЯ ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ

ВЫПУСК ПЕРВЫЙ

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

НКТМ СССР

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Свердловск

1943

Москва

Настоящая работа представляет собою систематизацию новейших материалов по технологии плоского шлифования.

В основу работы положены труды ЦНИЛАШ, заводские и литературные данные. Работа предназначена как пособие для инженерно-технического персонала и может быть использована квалифицированными рабочими, работающими в области шлифования.

Ответственный редактор проф. А. П. Соколовский Редактор Г. А. Южаков

Подписано к печати 16/IX 1943 г. Печати, л. 4. Авт. л. 3,9. Уч. изд. л. 4,6.
НС31561. Тираж 2000. Цена 3 р. 50 к. Заказ № 744.

2-я типография Машгиза НКТП, Красногвардейск, Свердловской области.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	4
Глава I. Классификация деталей	5
Глава II. Классификация плоскошлифовальных станков	12
Глава III. Основные принципы выбора шлифовального круга	14
Глава IV. Правка шлифовального круга	18
Глава V. Приемы и методы обработки деталей на плоскошлифовальных станках	28
Глава VI. Брак и контроль качества	46

ПРЕДИСЛОВИЕ

Публикуемые в настоящем труде материалы представляют собою расширенное и переработанное изложение доклада, прочитанного инж. Г. Ф. Кудасовым в Технологическом комитете ЛОНИТО-МАШ. В качестве материала для доклада использована работа ЦНИЛАШ (Государственной Союзной Центральной научно-исследовательской лаборатории абразивов и шлифования), проведенная на заводах машиностроительной и инструментальной промышленности, а также литературные данные.

Задачей авторов являлась систематизация материалов по технологии плоского шлифования, еще недостаточно освещенной в литературе.

С развитием литейного и ковочного производства, когда стало возможно получать с наименьшими припусками отливки и поковки, практика обработки плоскостей шлифованием значительно расширилась. В настоящее время плоское шлифование начало конкурировать с другими видами обработки плоскостей, в частности с фрезерованием и строганием. Шлифование отличается от строгания и фрезерования большей точностью обработки и во многих случаях экономически более целесообразно. Преимущество шлифовального круга перед металлическим инструментом особенно заметно проявляется при обработке прерывистых поверхностей и в работе по корке.

Весь материал печатается в двух выпусках. В первом выпуске изложены следующие вопросы: классификация деталей, классификация плоскошлифовальных станков, основные принципы выбора шлифовального круга, правка шлифовального круга, приемы и методы обработки деталей на плоскошлифовальных станках, брак и контроль качества. Во втором выпуске, подготовляющемся к печати, рассматриваются вопросы припусков под шлифование, режимы резания и приводятся примеры обработки из заводской практики.

ГЛАВА

КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ

При разработке технологического процесса обработки шлифованием приходится рассматривать:

I. Деталь.

II. Методы подготовки операции:

а) настройка станка и приспособлений;

б) подготовка инструмента (рабочего и измерительного);

в) подготовка деталей.

III. Процесс шлифования (удаление припуска и получение поверхности требуемого качества):

а) поведение обрабатываемой детали при разных методах обработки;

б) характеристика инструмента;

в) режим резания и приемы работы;

г) режим правки.

IV. Методы контроля точности и качества обработанной поверхности.

V. Брак, его причины и методы устранения.

VI. Техничко-экономическая оценка процесса.

Так как деталь является основным звеном, вокруг которой группируются все остальные факторы технологического процесса, то разработка техпроцесса должна проводиться отдельно для разных групп изделий, имеющих свои технологические особенности и требующих различных приемов обработки, различных станков, приспособлений и т. п. Поэтому все детали, подвергающиеся плоскому шлифованию, необходимо разбить на классы по признаку общности технологических задач и общности использования станочного оборудования, приспособлений, приемов обработки. При классификации деталей необходимо также учитывать и такие факторы, как вес детали, расположение подлежащих обработке поверхностей, материал и т. п. В основу приводимой ниже классификации деталей, выполненной применительно к особенностям технологии плоского шлифования, положена классификация деталей машин, разработанная кафедрой технологии машиностроения Ленинградского Индустриального института под руководством проф. А. П. Соколовского.¹

¹ Проф. А. П. Соколовский — Проблема типизации технологических процессов, ОНТИ, 1938 г.

Все детали, подвергающиеся плоскому шлифованию, разбиты на пять классов:

- 1) класс П — Плиты
- 2) класс Ш — Шпонки
- 3) класс С — Стойки
- 4) класс У — Угольники
- 5) класс Т — Торцевые поверхности тел вращения.

К л а с с П — П л и т ы

К этому классу относятся детали с большими, по отношению к габариту, плоскими поверхностями (рис. 1).

Технологические задачи для данного класса:

- 1) получение точной плоскости,
- 2) получение параллельности плоскостей.

Внутри класса детали разбиваются на три группы:

- а) со сплошной поверхностью,
- б) с постоянным сечением в одном направлении,
- в) с прерывистой поверхностью.

К л а с с Ш — Ш п о н к и

Детали: шпонки, линейки, планки, рейки и т. д. (рис. 2).

Данные детали характеризуются малой жесткостью и имеют удлиненную форму.

Технологические задачи для данного класса:

- 1) получение точной плоскости,
- 2) обеспечение параллельности плоскостей,
- 3) получение точного углового расположения плоскостей,
- 4) обеспечение линейных размеров в расположении плоскостей.

Внутри класса детали делятся на 3 группы:

- а) с постоянным прямоугольным сечением,
- б) с постоянным фигурным сечением,
- в) с переменным сечением.

К л а с с С — С т о й к и

Детали: стойки, рамы, опоры и т. д. (рис. 3) обычно большого габарита и с сравнительно узкими небольшими обрабатываемыми плоскостями, расположенными по контуру детали.

Основные технологические задачи те же, что и для класса П, но имеют особенности, обусловленные более сложной формой деталей.

Внутри класса детали разбиваются на 2 группы: 1) с параллельными сторонами и 2) с непараллельными сторонами.

К л а с с У — У г о л ь н и к и

Сюда относятся: угольники, угловые станки и прочие детали (рис. 4) с обрабатываемыми поверхностями, расположенными под углом друг к другу.

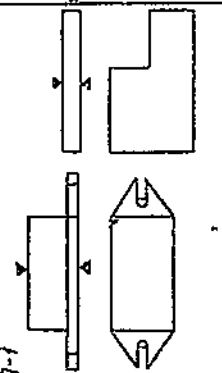
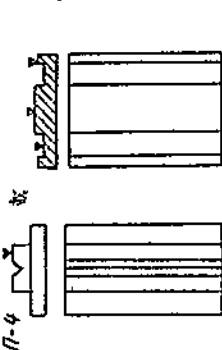
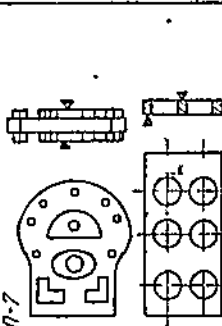
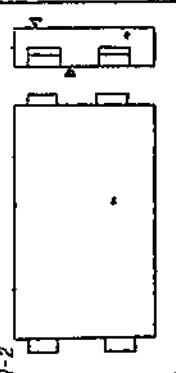
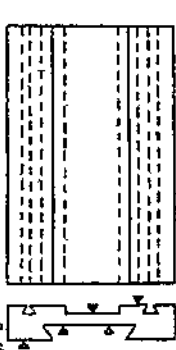
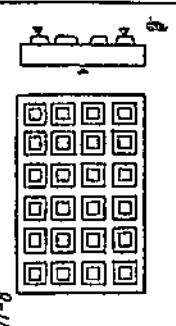
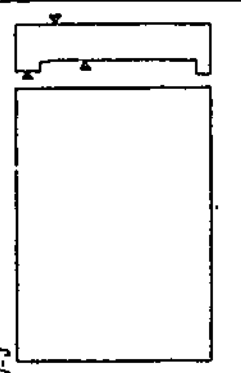
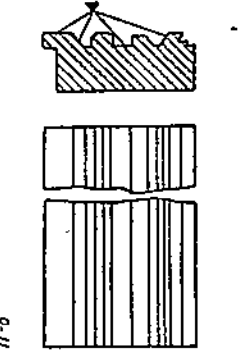
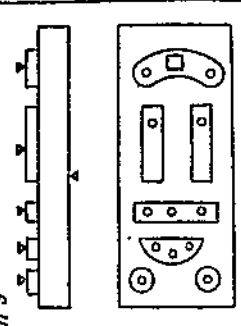
Класс II	Со сложными поверхностями	С постоянным сечением в одном направлении	С прорывистой поверхностью
Нежные	П-1 	П-4 	П-7 
Средние	П-2 	П-5 	П-8 
Крупные	П-3 	П-6 	П-9 

Рис. 1.

Шпонки-палки

Класс Ш

С постоянным пророчувальным сечением		С постоянным фигурным сечением		С переменным сечением	
Крайние	Ш-3				
	Ш-2				
Средние	Ш-1				
	Ш-4				
Нижние	Ш-5				
	Ш-6				
	Ш-7				
	Ш-8				
	Ш-9				
	Ш-10				

Рис. 2.

Основные технологические задачи те же, что и для классов II С, с той, однако, разницей, что в классе II на первое место выступают требования параллельности, здесь же наибольшее значение приобретает перпендикулярность.

Класс С — стойки, рамы

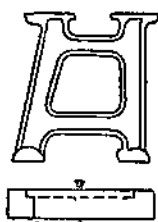
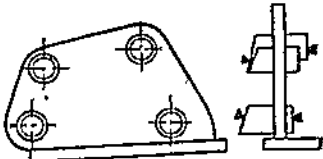
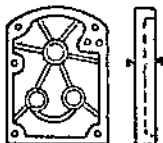
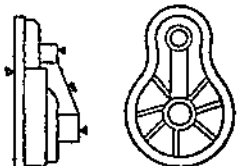
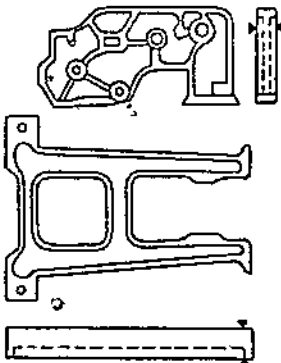
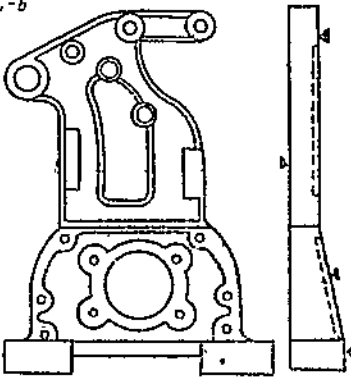
	С параллельными сторонами	С непараллельными сторонами
<i>Мелкие</i>	С-1 	С-4 
<i>Средние</i>	С-2 	С-5 
<i>Крупные</i>	С-3 	С-6 

Рис. 3.

Детали этого класса разбиваются на 3 группы: 1) с обработкой наружного угла, 2) с обработкой внутреннего угла и 3) основная база — поверхность вращения.

Класс Т — Тела вращения

Сюда входят детали, у которых подвергаются шлифованию торцевые поверхности. Такими деталями являются диски, кольца, колеса, втулки, эксцентрики и пр. (рис. 5).

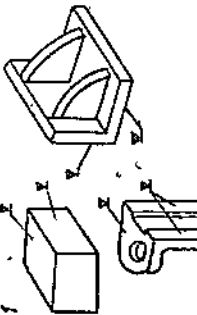
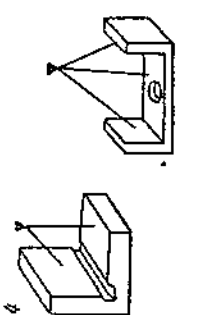
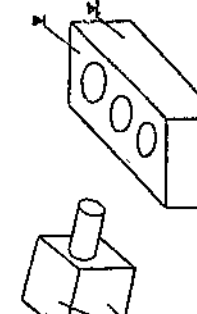
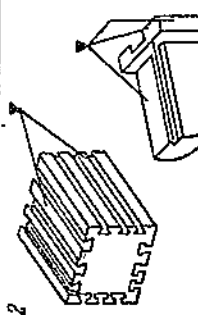
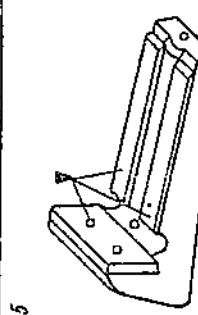
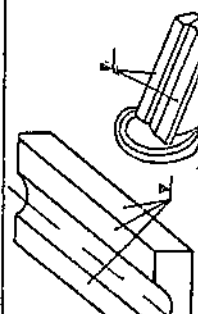
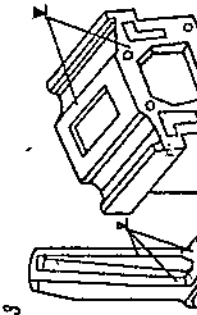
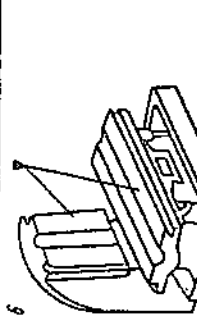
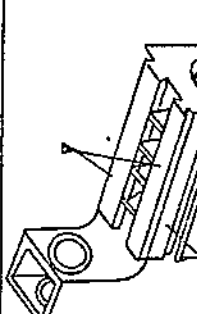
Класс	Углы	Углы	Углы
Корпус	У-1 	У-4 	У-7 
Средние	У-2 	У-5 	У-8 
Корпус	У-3 	У-6 	У-9 

Рис. 4.

Основные технологические задачи для этого класса:

- 1) обеспечение параллельности торцевых поверхностей,
- 2) обеспечение перпендикулярности торцевых поверхностей наружным или внутренним поверхностям вращения.

Класс	Тела вращения				
	Диски	Кольца	С выступающими ступицами	Втулки и короткие валы	Неуравновешенные
Мелкие	Т-1	Т-4	Т-7	Т-10	Т-13
Средние	Т-2	Т-5	Т-8	Т-11	Т-14
Крупные	Т-3	Т-6	Т-9	Т-12	Т-15

Рис. 5.

Детали этого класса разбиваются на 5 групп: а) диски, б) кольца, детали с выступающими ступицами, г) втулки и короткие валы, неуравновешенные детали.

Изделия всех классов в зависимости от габаритных размеров веса разделяются еще на 3 подгруппы: мелкие, средние и крупные. Это разделение дает возможность производить выбор оборудования в соответствии с размерами детали.

В дальнейшем будем обозначать классы первой буквой их наименования, а группы — цифрами.

ГЛАВА II

КЛАССИФИКАЦИЯ ПЛОСКОШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКОВ

Для облегчения выбора станков, необходимых для обработки деталей тех или иных групп, станки следует классифицировать с учетом особенностей обработки деталей.

В таблице 1 (стр. 58) приведен систематизированный материал по плоско-шлифовальным станкам, который необходимо рассматривать как первую попытку классификации станков. Существующие станки разбиты на два класса — работающие торцом круга и работающие периферией круга. На практике первые применяются преимущественно для предварительного (обдирочного) шлифования и вторые для окончательного, чистового. Каждый из классов станков разбит на типы в соответствии с формой стола и кинематическими особенностями.

Станки каждого типа можно разбить по размерам на три группы: 1) станки тяжелые, 2) станки средние, 3) станки легкие.

Такая градация позволяет более конкретно назначать станки для определенных групп и подгрупп обрабатываемых деталей.

Основанием для разбивки станков на группы служит статисти-

Длина стола в мм	Количество моделей
400—600	78
600—800	17
800—1000	7
1000—1600	86
1600—2000	13
2000—3000	63
3000 и выше	18
Итого . . .	282

ческий материал. Из каталогов иностранных фирм и отечественных заводов изготовителей плоскошлифовальных станков с прямоугольным столом видно, что для некоторых интервалов длины стола имеется большое количество моделей, для других же интервалов количество моделей совсем ничтожно. Рядом приводятся статистические данные о производимых моделях станков по размеру стола, взятые из каталогов.

Из приведенного следует, что основная масса станков может быть подразделена по размеру стола следующим образом:

Станки с прямоугольным столом

1. Станки легкие, с длиной стола до 600 мм.
2. Станки средние, с длиной стола от 600 до 1600 мм.
3. Станки тяжелые, с длиной стола от 1600 мм и выше.

На рис. 6. показана разбивка станков по классам и типам. Для удобства пользования данной классификацией введем еще дополнительные обозначения:

для легких станков — а, для средних станков — б, для тяжелых станков в.

Пример обозначения: Средние станки с прямоугольным столом, работающие торцом сегментного круга, с вертикальным шпинделем и поперечным перемещением шлифовальной головки обозначаются: I П 2 б.

ГЛАВА III

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

Выбор шлифовального круга часто решает вопрос производительности шлифования и качества обрабатываемой поверхности.

При выборе шлифовального круга следует учитывать предъявляемые к кругу требования, обусловленные главным образом свойством обрабатываемого материала, качеством обработки и режимом резания. Шлифовальный круг работает удовлетворительно тогда, когда возникающие в нем напряжения, вызываемые давлением шлифуемого изделия, приближаются или достигают предела сопротивления удару связки и зерна. Иногда даже незначительное изменение напряжения на шлифующей поверхности круга вызывает разрушение и выкрашивание его зерен, или приводит к притуплению зерен и к общему затуплению круга. Внешне процесс работы затупленным кругом проявляется в дроблении обрабатываемой поверхности, прижогах, нарастании мощности, а иногда и в возникновении особых шумов.

Успешная работа круга зависит главным образом от нижеследующих факторов:

- 1) от характеристики круга, т. е. абразивного материала, связки, зернистости, твердости, структуры, формы и размера,
- 2) от условий использования, т. е. от рода операции (черновое или чистовое шлифование), скорости круга и изделия, выполнения подачи (от руки или автоматически), величины подачи, площади соприкосновения шлифовального круга с изделием, охлаждающей жидкости, мощности мотора станка, состояния станка и т. д.
- 3) от характеристики подлежащего шлифованию материала детали — механических свойств материала, формы, веса и размера детали, величины снимаемого припуска.

1. Выбор абразивного материала круга

Абразивный материал круга определяется, главным образом, природой шлифуемого материала. Электрокорунд рекомендуется применять при шлифовании материалов с большим сопротивлением на разрыв — обыкновенных сталей и ковкого чугуна

Верхняя карбида кремния (карборунда), как более твердые и имеющие острые углы, применяются в кругах для обработки материалов с малым сопротивлением разрыву: чугуна, твердой бронзы, алюминия, резины, мрамора и т. п. Для обработки твердых сплавов применяется карбид кремния, так как его твердость здесь играет решающую роль.

Все же, в практике нередки случаи обработки корундом изделий из чугуна и алюминия (шлифование чугунных гильз, станин станков и др.)

Область применения электрокорунда при обработке чугуна не ограничивается чистовыми работами. Так например, завод им.

К. Маркса с успехом производит обработку кругами из электрокорунда головных рам текстильных машин, так называемых шляпок, и центровую круглую шлифовку небольших чугунных валков-шпинделей. При обработке шляпок, деталей с сильно перелаченной поверхностью общей площадью в 350 см² завод с переходом на шлифование электрокорундовыми сегментами получил значительную экономию в абразивах, а также более высокие показатели по производительности. На

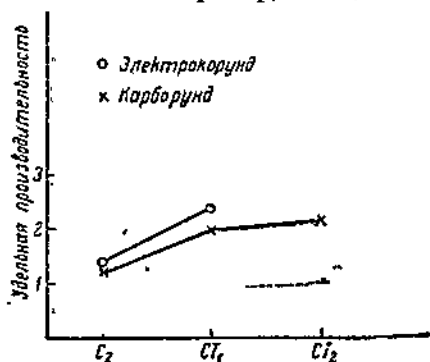


Рис. 7.

рис. 7 приведены результаты обработки шляпок¹ сегментами из электрокорунда и карборунда. Обработка производилась на плоскошлифовальном станке «Наксос-Унион» мощностью 32 квт, сегментами зернистости 24 на бакелитовой связке, при твердостях C₂, CT₁, CT₂ сегментов из карбида кремния и C₂, CT₁ из электрокорунда. Как видно из рисунка, удельная производительность (отношение веса снятого материала к весу израсходованного круга) выше при шлифовании сегментами из корунда. Следует отметить, что удельная производительность на операции шлифования шляпок вообще низка, что объясняется недостаточной твердостью сегментов.²

Из всех абразивных материалов здесь рассмотрены электрокорунд и карборунд (карбид кремния), как наиболее часто встречающиеся в технике шлифования. Эти абразивные материалы имеют ряд разновидностей и отличаются по свойствам, цвету и проч. Например, известен белый электрокорунд (коракс), чаще применяемый в резьбошлифовании, ответственной заточке и т. д. и карборунд зеленый, идущий для обработки

¹ По опытам гг. Алексеева и Штейна, см. заводскую газету „Трибуна“ 29/IV 1940 г.

² Производство твердых кругов на эластичных связках для обдирочных работ представляет весьма важную задачу для абразивной промышленности.

твердых сплавов. С несколько меньшей производительностью обработку твердых сплавов ведут также кругами, из обычного черного карборунда. В этом случае рекомендуются круги по зернистости на одну степень мельче (например, вместо зернистости 46, зернистость 60 и т. д.).

В практике шлифования имеет применение также и естественный корунд, известный у нас больше под названием „Семиз-Бугу“ (по месту рождения). Испытание абразивных свойств естественных корундов показало, что некоторые их сорта можно отнести к высококачественному абразивному материалу, уступающему в шлифовании хорошим сортам электрокорунда. Круги из корунда Семиз-Бугу дали вполне хорошие результаты на предварительной и окончательной заточке инструмента при зернистости №№ 36—80, на операциях обдирке при зернистости не крупнее № 36.

Расширение области применения, естественных абразивных материалов в металлообработке имеет большое народно-хозяйственное значение и должно проводится более смело. Можно ожидать, что на многих операциях плоского шлифования, ряд операций заточки, круглого внешнего шлифования и других, там где употребляется электрокорунд, с успехом найдет применение естественный корунд.

2. Выбор связки круга

Применение той или иной связки круга зависит от типа станка и операции (напр. круглое внешнее шлифование, разрезка и др. качества отделки и пр.

Наибольшим распространением пользуются круги на керамической связке. Они применяются при всякой машинной шлифовке. работают как всухую, так и с охлаждением.

Однако, во многих случаях выполняемая работа требует других связок.

Круги на бакелитовой и вулканитовой связках обычно дают обрабатываемую поверхность лучшего качества. При обработке кругами на бакелитовой связке опасность прижога обрабатываемой поверхности меньше, чем при кругах на керамической и вулканитовой связках. При точной обработке, фасонном шлифовании пазов, канавок и т. д. рекомендуются круги на керамической и вулканитовой связках, при разрезке — на бакелитовой и вулканитовой связках.

В последнее время круги на бакелитовой связке, особенно при плоском шлифовании, все шире внедряются в металлообработку. Кроме указанных выше преимуществ, круги на этой связке отличаются высокой работоспособностью, а выбор их по твердости в сравнении с кругами на керамической связке более прост. Ошибка на одну, а иногда и на две степени твердости, во многих случаях не сопровождается интенсивным износом круга или бы-

стрым затуплением, как это характерно для керамического круга. Это станет понятно из следующего примера. Сегменты выпукло-вогнутой формы 1 С¹ на бакелитовой связке по незакаленной стали работают с самозатачиванием при твердостях до СТ₁, а керамические — до М₃ — СМ₁.

Под самозатачиванием шлифовального круга понимают его способность обновлять режущую поверхность под влиянием усилий и других условий резания. Это обновление происходит за счет дробления абразивных зерен, выпадения их в виде кусочков различной величины и появления новых кристаллов, до того не участвовавших в работе резания. Можно подобрать такую характеристику круга и такой режим работы, что правка круга будет весьма редкой, или не потребуется вовсе. Так работают на торцевых плоскошлифовальных станках, обдирочных и др. Правильный выбор составляющих процесса шлифования здесь должен обеспечить минимальный расход абразива, т. е. умеренное самозатачивание, иначе стоимость обработки значительно возрастает за счет интенсивного износа круга.

Приведенный нами выше пример показывает, что шлифовальные круги на различных связках, при одинаковой маркировке, т. е. при одной и той же номинальной твердости ведут себя в работе различно. Например, при шлифовании незакаленной стали сегменты выпукло-вогнутой формы 1 С, 24 С₁ на керамической связке быстро затупляются, прижигают изделие, а сегменты на бакелитовой связке работают с умеренным износом, давая высокую производительность и удовлетворительное качество обработки.

На практике бакелитовые круги берут на 3—4 степени более твердые, чем керамические.

3. Выбор зернистости круга

Основными факторами, влияющими на выбор зернистости являются: количество снимаемого при обработке материала, желаемое качество обработки и физические свойства обрабатываемого материала. Для быстрого снятия припуска необходимо брать крупнозернистые круги, так как они позволяют работать с большими глубинами резания. При одной и той же производительности, и прочих равных условиях, потребляемая мощность будет тем больше, чем мельче зерно. При обработке твердых материалов и сплавов, независимо от припуска, работают с незначительной глубиной резания.

Хотя основное назначение крупнозернистых кругов — обдирочные работы, однако, это еще не значит, что такими кругами, правда с затратой несколько большего времени, нельзя производить работ с более чистой отделкой поверхности. Изменение режима работы, например, уменьшение скорости обрабатываемого изделия, глубины резания и др. часто обеспечивает получение бо-

лее чистой поверхности, чем применение более мелкозернистого круга.

Мелкозернистые круги следует применять при обработке твердых материалов, как то: отбеленного чугуна, закаленной стали, твердых сплавов и т. п. Здесь крупнозернистые круги изнашиваются очень быстро.

При фасонном шлифовании применяют круги с более мелким зерном. При выборе зернистости круга дополнительно должно быть учтено следующее: чем больше опасность засаливания круга, чем больше плоскость соприкосновения круга с изделием и чем мощнее станок, тем крупнее надо брать зерно.

4. Выбор твердости круга

Основные факторы, влияющие на выбор твердости круга:

а) физические свойства шлифуемого материала, как-то: твердость, временное сопротивление разрыву и др. Выработанное практикой правило гласит — твердые круги для мягких материалов, а мягкие круги для твердых материалов. Однако, это правило имеет исключение — медь, алюминий и свинец требуют мягких кругов;

б) с увеличением площади соприкосновения между кругом и изделием давление на единицу площади уменьшается при том же режиме шлифования, а потому круг необходимо брать мягче и, наоборот, чем меньше площадь соприкосновения, тем тверже следует брать круг. Поэтому для шлифования периферией круга берут всегда относительно более твердые круги, чем для шлифования торцем. Также, если сопоставить кольцевые сегменты формы 6С с сегментами выпукло-вогнутой формы 1С (ОСТ 20136-39, то для одних и тех же работ первые необходимо взять на 1—2 степени мягче. При торцевом шлифовании сплошными кольцевыми кругами и сегментными, кольцевые круги берут более мягкими.

Приведенное показывает, что форма и размер шлифовального круга имеют прямое отношение к вопросу правильного выбора его характеристики;

в) на выбор твердости влияет также и режим работы. Чем больше скорость вращения круга, при прочих неизменных условиях, тем мягче следует брать круг. Чем интенсивнее режим работы — больше скорость изделия, подача на глубину резания и др., тем тверже должен быть круг при работе с самозатачиванием. В случае работы с явно выраженным затуплением, увеличение режима часто сокращает и без того малый период времени до затупления, и преждевременно вызывает необходимость правки круга;

г) при шлифовании недостаточно гладких и прерывистых поверхностей необходимо брать несколько более твердые круги. К числу недостаточно гладких поверхностей относятся поверхности отливков и поковок;

д) при работе на устойчивых и жестких станках с автомати-

еской подачей применяют более мягкие круги. На станках с ручными подачами следует применять более твердые круги;

- е) мелкозернистые круги берутся меньшей твердости;
- ж) шлифовка без охлаждения требует мягких кругов;
- з) состояние станка также влияет на выбор твердости круга.

Так например, при наличии вибраций и износа основных частей, станка требуется применять более твердые круги;

- и) бакелитовые круги берут тверже керамических на 3—4 степени.

5. Выбор структуры круга

Основные факторы, влияющие на выбор структуры шлифовального круга:

- а) физические свойства обрабатываемого материала. Для материалов мягких, с небольшим сопротивлением разрыву, требуются круги с крупными порами, для твердых и хрупких материалов — круги с мелкой пористостью;
- б) чистовая обработка требует применения кругов с более мелкой пористостью, чем средняя или грубая обработка;
- в) обдирка и т. п. операции требуют круга с крупными порами;
- г) при больших нагрузках, стремящихся изменить форму круга, следует применять круги с мелкой пористостью.

ГЛАВА IV

ПРАВКА ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

В процессе шлифования абразивные зерна круга постепенно изнашиваются. Изнашивание состоит в постепенном расщеплении, скалывании кусочков зерен и может происходить или до полного износа зерна или только на незначительную его величину. В первом случае работа круга будет протекать с так называемыми самозатачиванием и во втором с затуплением. Интенсивность самозатачивания зависит в значительной степени от твердости шлифовального круга и усилий резания, создаваемых режимом и другими условиями резания, и потому изнашивание абразивных зерен может происходить за счет откалывания от зерен как чрезвычайно мелких частиц, так и крупных кусков. При работе мягким кругом, обдирочном режиме, количество откалывающихся крупных кусков зерен будет больше, чем при работе более твердым кругом и легком режиме. Выпадение зерен целиком или большими частями при чистом шлифовании происходит чрезвычайно редко; это случается только с зернами, непрочно закрепленными в связке, расположенными своей наибольшей осью перпендикулярно к плоскости резания и т. п. Работа с интенсивным самозатачиванием невыгодна, так как стоимость обработки увеличивается за счет значительного расхода круга и относительно низкой производительности; сохранение

профиля при фасонном шлифовании, а также получение шлифуемой поверхности высокого качества в этом случае невозможно.

Шлифование при низких стойкостях круга, т. е. с короткими периодами между правками, также невыгодно, так как стоимость правки (стоимость расходуемого на правку абразива и стоимость операции правки) значительно удорожает операцию шлифования. Поэтому следует работать с умеренным самозатачиванием, прибегая периодически к правке круга. Чаше правят круги на маломощных станках, при чистовой шлифовке, а также круги с фасонным профилем.

При торцевом шлифовании сегментами на станках с возвратно-поступательным движением стола на заводах имени Карла Маркса, Ворошиловоградском паровозостроительном, Красном Инструментальщике, заводе «Калибр», и других круги не правят. На этих заводах практикуется начальное выравнивание круга после установки в шлифовальную головку.

Момент притупления шлифовального круга практически определяется по различным признакам: по возрастающей мощности пятен прижога, общему ухудшению качества шлифуемой поверхности, по звуку.

Обычно работа острым кругом сопровождается легким шипящим звуком, по мере же затупления круга появляются глухие, дребезжащие звуки. Какой из названных признаков затупления шлифовального круга наиболее характерен, зависит от ряда условий обрабатываемого материала (чугун, сталь сырая, сталь закаленная), требуемого качества обработки, вида шлифования (плоское периферий круга, плоское торцом круга и т. п.), режима обработки и др.

Правка круга преследует две различные цели: 1) восстановление его режущей способности и 2) придание ему необходимой формы.

Правящий инструмент. При выборе инструмента для правки шлифовальных кругов руководствуются в основном следующими исходными данными:

1. Характеристикой шлифовального круга (род связки, твердость, зернистость).
2. Назначением круга в каждом частном случае (шлифование периферией, торцом, черновое или чистовое, степень точности и пр.).
3. Геометрическими размерами круга — диаметром и толщиной.
4. Экономической целесообразностью.

Инструмент для правки можно разбить на две группы:

- I. Абразивный инструмент.
 - II. Металлический инструмент.
- К первой группе относятся оправки с вставленными в них алмазами, алмазные карандаши, абразивные круги и бруски. Ко второй группе относятся различного рода шарошки, диски и конуса.

1. Правка шлифовальных кругов алмазами

Алмазный инструмент представляет собой либо оправки с заделанными в них зернами алмазов, либо алмазные карандаши, т. е.

цилиндрики из твердого сплава, насыщенные алмазными крошками. Закрепление алмазов производится: 1) с помощью разъемных соединений и 2) с помощью неразъемных соединений — закатка или запаивание.

Схематическое изображение различных способов закрепления алмазов приведено в табл. 2.¹

Рациональная правка кругов алмазами требует от шлифовальщика достаточного опыта и соблюдения ряда правил. Необходимо следить за тем, чтобы алмаз в оправке и оправка в державке были прочно закреплены. В противном случае алмаз во время правки выкрашивается. Правку алмазами и карандашами необходимо производить с охлаждением. При этом струя охлаждающей жидкости не должна прерываться, ибо последнее ведет к появлению трещин в алмазах и их выкрашиванию.

Так как обычно шлифовальные круги изнашиваются неравномерно, необходимо алмаз подводить осторожно, одновременно давая ему перемещение вдоль круга, пока он не коснется наиболее выступающей части круга. Алмазную оправку периодически поворачивают на некоторый угол вокруг своей оси, вводя таким образом в работу новые острые ромки алмаза.

Для рационального использования алмаза и улучшения качества обрабатываемой поверхности требуется правильная установка алмаза или алмазного карандаша:

Наилучшие результаты получаются при установке алмаза так, как показано на рис. 8 IV, под углом $\alpha = 10-20^\circ$ к радиусу, пересекающему периферию круга на расстоянии 1,5—2 мм от острия алмаза по направлению вращения круга. Всюду, где имеется автоматическая подача, следует таковою пользоваться обязательно, так как это обеспечивает хорошую правку и большую сохранность алмаза.

В практике инструментальных заводов правка кругов на станках с прямоугольным столом, работающих периферией круга, иногда производится алмазом или алмазным карандашом, укрепленным в массивном основании, устанавливаемым на магнитной плите. В противоположность другим видам шлифования здесь алмаз может занять случайное положение (см. положение I, II; III рис. 8),

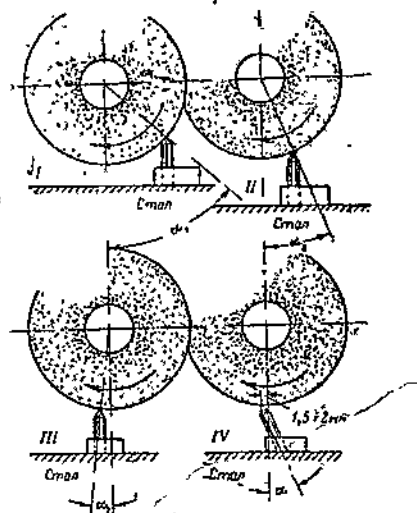


Рис. 8.

¹ Подробнее о способах закрепления алмазов и правке см. Б. И. Наймарк. Правка шлифовальных кругов, Каталогиздат, 1938. По вопросам шлифования М. Г. М. Ипполитов. Шлифование.

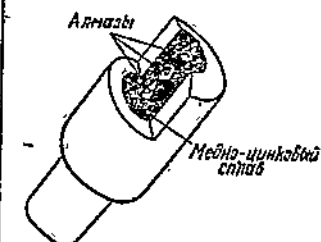
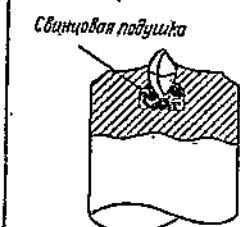
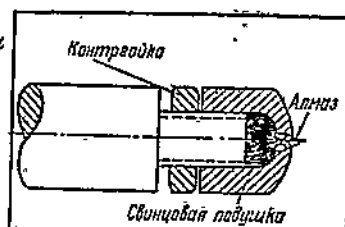
что и является в большинстве случаев причиной неодинакового качества правки и большого расхода абразива и времени на правку. На угол α установки алмаза влияет также и диаметр круга.

Таблица 2

Закрепление алмазов в оправках

Эскиз оправки с алмазом

Способ закрепления алмаза в оправке



З а д е л к а а л м а з о в

Закрепление алмазов с помощью разъемных соединений

Механическая заделка посредством зачеканки алмаза в оправке

Заделка в медно-цинковом сплаве при высокой температуре

Заделка алмазных крошек при высокой температуре в цилиндриках из твердого сплава

Заделка алмазных крошек

изменяющийся в процессе работы. Поэтому во всех приспособлениях для правки, устанавливаемых на магнитной плите, необходимо оправку с алмазом или алмазным карандашом установить постоянно под углом 15° , а приспособление для правки устанавли-

вать на магнитной плите в одном положении относительно круга; за ориентир может быть принят, например, рычаг для переключения хода стола, как показано на рис. 9.

Необходимо отметить, что алмаз — дорогой импортный инструмент и поэтому применять его можно, лишь в тех случаях, когда другой инструмент не может быть применен.

Алмазы при правке допустимы при некоторых видах шлифования, требующих исключительно высокой точности обработки, или деталях сложной конфигурации. В последнее время при фасонном шлифовании широко применяют способ правки кругов роликами.

В преобладающем числе случаев, правка заменяется абразивными кругами, гофрированными металлическими шарошками) обеспечивает получение требуемых машиностроением точности, качество шлифуемой поверхности.

2. Правка абразивными кругами

Правка абразивными кругами применяется на плоско-шлифовальных станках, работающих торцом сплошного кольцевого круга типа Бланшард, Пратт-Витней и др., работающих периферией круга. Основное требование, предъявляемое к шлифующему материалу правящего круга — высокая его твердость. Поэтому все правящие круги изготовляются из карбида кремния. Выбор зернистости и твердости правящего круга производится в зависимости от зернистости и твердости шлифовального круга. Характеристики наиболее распространенных правящих кругов — формы ПП по ГОСТ 20198—40, а также специальные — приведены в таблице 3.

Как показывает практика, для успешной правки необходимо чтобы правящие круги были на несколько степеней крупнозернистее и тверже выправляемых. Ориентировочно выбор по зернистости правящих абразивных кругов приводится в таблице 4¹.

В таблице 5 приводится ориентировочный выбор правящих кругов по твердости.

Правка шлифовальных кругов кругами на плоскошлифовальных станках производится преимущественно методом обкатки.

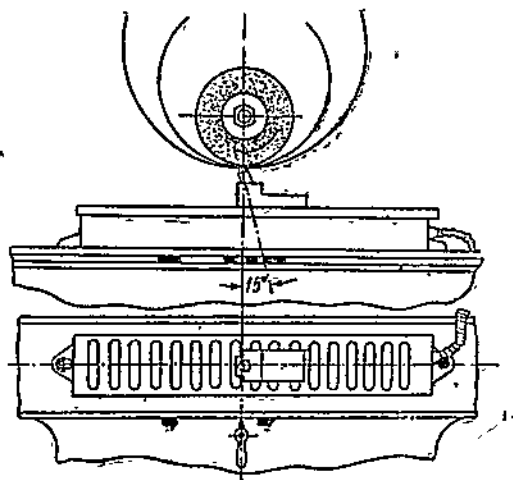


Рис. 9.

¹ См. инж. С. Г. Берлин, инж. Д. С. Левятов, П. П. Афанасьев, инж. И. Е. Токарь, Л. С. Ройзман „Безалмазная правка шлифовальных кругов“, Машгиз 1942 г.

Таблица 2

№ п/п.	Размеры в мм			Х а р а к т е р и с т и к а			
	Наруж. диаметр круга	Высота (толщина круга)	Отвер- стие d	Абразивный материал	Зерни- стость	Твердость	Связка
1	40	16	13	Карбид крем- ния (зеленый или черный)	16—100	СТ2—ВТ1	Керами- ская
2	50	10	13	"	80—170	С1—Т1	"
3	60	13	20	"	16—60	Т1—ВТ2	"
4	60	20	20	"	16—80	С2—ЧТ1	"
5	80	20	20	"	16—60	СТ1—ЧТ1	"
6	100	32	20	"	16—46	С2—ВТ1	"
7	150	32	65	"	16—36	Т1—ЧТ2	"
8	200	32	75	"	16—36	ВТ—1—ЧТ2	"
Круги специальные, формы ПП							
9	80	32	32	Карбид крем- ния зеленый или черный)	24—36	Т1—ВТ2	Керами- ская
10	80	32	40	"	24—60	Т1—ЧТ1	"
11	100	32	40	"	16—46	СТ1—ЧТ1	"

Таблица

Зернистость шлифовального круга	Зернистость правящего круга при правке			
	Методом обкатки ¹		Методом шлифовки	
	Предваритель- ное шлифова- ние	Окончательное шлифование	Предваритель- ное шлифова- ние	Окончательное шлифование
36	16	20	16	20—24
46	16—20	20—24	20—24	24—36
60	20—24	24—36	20—24	36—46
80	24—36	36—46	24—36	46—60
100	36—46	46—60	36—46	60—80
120	46—60	60—80	46—60	80
140	—	—	—	80
170	—	—	—	100
200	—	—	—	100
230	—	—	—	120
270	—	—	—	140
325	—	—	—	140—170

Таблица 5

Твердость шлифовального круга	Твердость круга для правки	
	Методом об- катки	Методом шли- фовки
М2—СМ2	С2—СТ2	СМ2—С2
С1—СТ2	СТ2—Т1	СТ1—СТ3
СТ3—Т1	Т2—ЧТ1	Т1—ВТ1

¹ При методе обкатки правящий инструмент получает вращение от шлифовального круга. При правке методом шлифования правящий инструмент устанавливается на место шлифуемого изделия и вращается независимо от шлифовального круга.

Установку правящего круга производят под углом $5-8^\circ$ относительно плоскости шлифовального круга, как показано на рисунке в таблице 8. Такой угол обеспечивает высококачественную правку и незначительный износ правящего круга, достаточный для обновления режущей поверхности круга. В настоящее время имеется целый ряд приспособлений для правки кругами. Однако все они могут быть сведены к двум типам приспособлений, показанным на рис. 10, 11. Крепление приспособлений, как правило, производится на магнитном столе станка. Необходимый угол установки правящего круга достигается соответствующим расположением приспособления на столе станка.

Приспособление, показанное на рис. 10, имеет следующие достоинства:

а) благодаря имеющемуся грузу-противовесу — круг работает спокойно, что положительно отражается на качестве правки, б) корпус оправки с подшипниками хорошо защищен от попадания воды и пыли, в) легкая регулировка подшипников.

К числу недостатков конструкции следует отнести ее сложность. Вследствие этого подобные

приспособления менее надежны в работе и требуют более тщательного ухода. Кроме того, конструкция не обладает достаточной жесткостью — круг сидит на конце тонкого валика, который в процессе работы может деформироваться в ущерб точности правки.

Приспособление, показанное на рис. 11, не имеет этих недостатков. Круг укрепляется на наружной втулке оправки между двумя опорами. Этим достигается необходимая жесткость всей конструкции. Недостаток данной конструкции — отсутствие регулировки подшипников.

При правке абразивными кругами необходимо соблюдать следующие основные правила: перед началом работы попутно с осмотром станка тщательно проверять приспособление для правки. При наличии малейшего люфта необходимо произвести регулировку

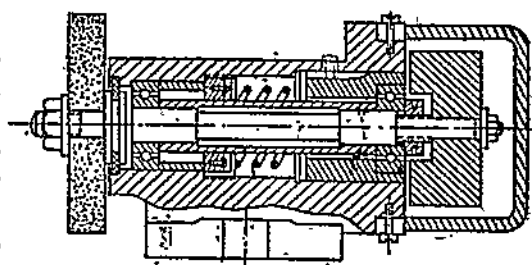


Рис. 10.

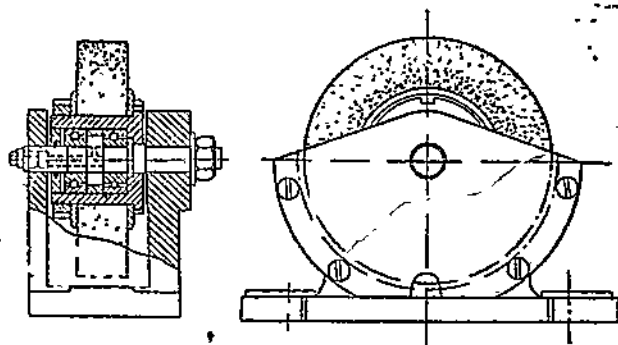


Рис. 11.

подшипников. Правящий круг должен быть прочно закреплен. При способление для правки устанавливается под одним и тем же углом относительно плоскости шлифовального круга.

Во время правки правящий круг не должен выходить из контакта с поверхностью шлифовального круга, при потере контакта и вторичном соприкосновении при пониженной скорости правящего круга он может повредить выправляемую поверхность.

Вследствие неравномерного износа в процессе работы правящий круг должен периодически правиться.

Всякий раз после окончания пользования приспособлением, его необходимо очищать от абразивной пыли и насухо обтирать.

3. Правка абразивными брусками

На операциях, не требующих особой точности, в качестве правящего инструмента применяют абразивные бруски, либо куски более твердых шлифовальных кругов. Бруски изготавливаются абразивными заводами с различной формой поперечного сечения. Длина брусков, применяемых для правки, колеблется в пределах от 100 до 150 мм.

Правка брусками производится вручную. Для удобства работы, их иногда заделывают в металлические оправки, позволяющие регулировать длину наружного конца.

Правка абразивными брусками производится без охлаждения. Характеристики наиболее распространенных брусков для правки приведены в таблице 6.

Т а б л и ц а

Форма брусков	Размеры в мм		Х а р а к т е р и с т и к а				
	Диаметр или высота	Длина	Абразивный материал	Зернистость	Твердость	Связка	Примечание
Круглая	10	100	Карбид кремния	16—36	T1—BT2	Керамическая	Размеры по ОСТ 20139—39
"	16	150	"	16—36	T1—BT2	"	
"	20	150	"	16—24	T1—CT1	"	
Квадратная	10	100	"	24—80	CT1—BT2	"	Размеры по ОСТ 20137—39
"	16	150	"	16—36	T2—CT1	"	
"	20	150	"	16—24	BT1—CT1	"	

4. Правка кругов металлическими шарошками

Шарошки применяются для правки сегментных и кольцевых кругов на станках, работающих торцом круга, на станках с дисковыми кругами типа „Гарднер“ и для кругов работающих периферией. Шарошки бывают наборные и цельные.

Наборные шарошки представляют собой набор 6—10 зубчатых дисков-звездочек, свободно насаженных на неподвижную ось или вращающихся вместе с нею. Зубчатые диски иногда отделяются друг от друга сплошными дисками. Изготавливаются звездочки из листовой стали толщиной 1,5—3 мм штамповкой.



Рис. 12.

После штамповки они подвергаются цементации и закалке. Конструкция часто встречающихся звездочек и шарошек приводятся на рис. 12.

Т а б л и ц а

№ п/п.	Класс станка	Тип станка	Правящий инструмент
1	I	П1	Шарошки — звездочки, цельные фрезерованные или сверленные вальки („барабанчики“).
2	I	П2	То же
3	I	П3	Шарошки — звездочки.
4	I	К1	Гофрированные шарошки, абразивные круги.
5	I	К2	Гофрированные шарошки, абразивные круги.
6	I	К3	Гофрированные шарошки, абразивные круги.
7	I	Д1	Шарошки — звездочки.
8	I	Д2	Шарошки — звездочки.
9	I	Д3	Шарошки — звездочки.
10	I	Д4	Гофрированные шарошки — звездочки.
11	I	Д5	Шарошки — звездочки, гофрированные шарошки.
12	II	П1	Абразивные круги, гофрированные шарошки на шарикоподшипниках.
13	II	П2	Абразивные круги, гофрированные шарошки на шарикоподшипниках.
14	II	П3	Абразивные круги, гофрированные шарошки на шарикоподшипниках.
15	II	К1	Гофрированные шарошки на шарикоподшипниках, абразивные круги.
16	II	К2	Гофрированные шарошки на шарикоподшипниках, абразивные круги.

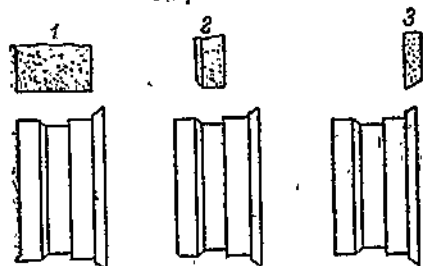
Диски с гофрированной поверхностью также штампуются, затем закаливаются, либо отливаются из отбеленного чугуна. Целесообразно поверхность шарошек оснащать твердым сплавом (сормайт, крошки победита и др.).

В лаборатории режущих инструментов им. Игнатьева по ободу

железных дисков на глубину 10—15 мм наваривалась победитовая крошка, толщина наварки до 1,5—2 мм. Для наварки применялась крошка победита марки РЭ-8 приблизительно одинакового размера (около 1—0,5 мм в диаметре), имеющая острые края.

Для большей «шероховатости» штампованные диски делают дырчатыми. Эти шарошки работают почти до полного износа.

Старый метод



Новый метод

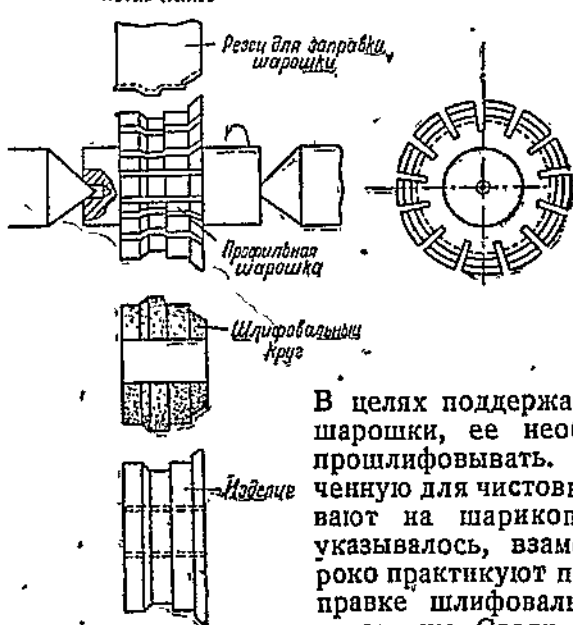


Рис. 13.

Цельные шарошки — изготавливаются из одного куска металла и представляют собой чугунный или стальной валик, насаженный на оправку приспособления. Рабочая поверхность такой шарошки, для придания необходимой шероховатости, обрабатывается сверлом или фрезой.

Для получения лучших результатов правки необходимо, исходя из условий правки, выбирать соответствующий тип шарошки.

Вообще же гофрированные шарошки дают более гладкую поверхность круга, чем звездочки. Для качественной правки необходимо шлифовать у шарашек отверстия, боковые стороны, а иногда и периферию.

В целях поддержания правильной формы шарошки, ее необходимо периодически про шлифовать. Шарошку, предназначенную для чистовых операций, устанавливают на шарикоподшипниках. Как уже указывалось, взамен алмаза заводы широко практикуют применение роликов при правке шлифовальных кругов. На автозаводе им. Сталина ролики с просверленными в них отверстиями применялись для правки кругов на плоскошлифовальных и круглошлифовальных станках. При правке кругов на круглошлифовальных станках ролик закрепляется на оправке в центрах, а на плоскошлифовальных станках приспособление с роликом устанавливается на столе станка или на магнитной плите, правка же осуществляется при вертикальной подаче круга на ролик. На заводе „Фрезер“ им. Калинина ролики с просверленными в них отверстиями применяют для профилирования

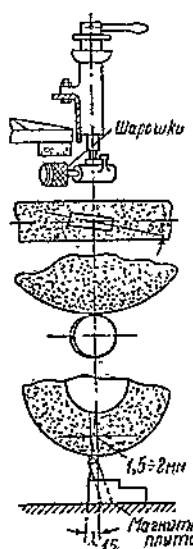
шлифовальных кругов, достигая при этом точности профиля изделия в пределах 0,02 мм. На Горьковском автозаводе им. Молотова правку кругов фасонного профиля производят также без алмаза с помощью ролика, изготовленного из легированной незакаленной инструментальной стали.

Профилирование и правка шлифовальных кругов роликами, кроме замены алмаза, устраняет необходимость в применении сложных приспособлений, которые методом копирования должны переносить профиль с шаблона на шлифовальный круг.

На рис. 13 приведены примеры применения роликов для профильной правки круга. Ряд интересных конструкций гофрированных дисков — шарошек применяет 1 ГПЗ имени Л. М. Кагановича (см. „Безалмазная правка шлифовальных кругов“ Машгиз—1942).

Выбор режима правки

Таблица 8

Правящий инструмент	Эскиз установки инструмента при правке	Область применения	Режим правки			
			Вид шлифов.	Перемещение стола по ширине круга в м/мин.	Подача на глубину в мм	Охлаждение
Металлические шарошки		На станках, работающих сегментным, кольцевым кругом и периферией	Предварительн.	1,5—3,0	0,08—0,3	Охлаждение рекомендуется применять во всех случаях
Абразивные круги		Окончательн.	0,7—1,5	0,02—0,06		
		Предварительн.	1,5—2,0	0,05—0,125		
Алмазы и их заменители		Окончательн.	0,25—0,6	0,01—0,05		
		При весьма точных работах, и при фасонном шлифовании	Предварительн.	0,35—0,5	0,015—0,05	
Окончательн.			0,1—0,2	0,015—0,05		

Примечание: Для алмазов подача на глубину не выше 0,035 мм.

Рекомендуемые инструменты для правки шлифовальных кругов на плоско-шлифовальных станках приведены в таблице 7. Классификация станков взята по таблице 1 (стр. 58).

Правка кругов шарошками производится как вручную, так и с механическими подачами. Во втором случае основное значение имеет состояние приспособления. Поэтому за ним должен быть тщательный уход.

Для выбора режима правки кругов рекомендуется табл. 8.

ГЛАВА V

ПРИЕМЫ И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА ПЛОСКОШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКАХ

Выбор станка для шлифовальной операции определяется целым рядом факторов, и прежде всего формой обрабатываемых деталей. Например, при обработке деталей класса II и III, имеющих удлиненную форму, целесообразно применение станка с возвратно-поступательным движением стола. Если же форма обрабатываемой поверхности приближается к кольцевой, то применение круглого стола позволяет с выгодой использовать станок значительно меньших размеров. При обработке большого количества мелких деталей, покрывающих почти всю поверхность стола, возможна экономичная работа обоими методами. Однако, круглый стол в большинстве случаев здесь оказывается заслуживающим предпочтения, так как шпиндель нагружается равномернее и устраняются потери времени, связанные с реверсированием движения стола. Кроме того качество обрабатываемой поверхности, при всех прочих равных условиях, на станках с круглым столом несколько выше.

При плоском шлифовании часто приходится снимать значительные припуски, особенно при обработке литья, поковок. В практике заводов применяют различные приемы снятия припуска. Так, например, при работе торцом круга на станках с прямоугольным столом возможны следующие приемы для снятия одного и того же припуска.

1. Подача на глубину производится на каждый ход стола. При этом на первые ходы стола дается увеличенная подача, а затем при полном контакте круга с изделием подача уменьшается и, наконец, несколько последних проходов производятся без подачи на глубину. Этот метод работы можно считать наиболее правильным. Увеличение подачи на глубину на первых ходах стола особенно целесообразно при шлифовании литья.

2. Подача на глубину производится один раз на несколько ходов стола, при этом она бывает большей или меньшей. В первом случае станок сперва нагружается максимально, затем нагрузка его довольно резко падает и доходит до минимума при последних ходах стола перед последующей подачей. Если же подача вообще мала, то на последующих ходах шлифовальный круг почти не производит снятия стружки и происходит лишь заглаживание шлифуемой поверхности. Станок все время мало нагружен.

3. В начале каждого хода стола при входе шлифовального круга в изделие дается увеличенная подача, затем при приближении круга к середине изделия производится отжим-отдача, потом маховика в обратную сторону, и при приближении к выходу круга с изделия снова подают на глубину. Станок нагружен крайне неравномерно. При шлифовании массивных деталей такие явления объясняют иногда тем обстоятельством, что в середине заготовка нагревается больше и в некоторой степени выпучивается, поэтому при подходе круга к середине изделия необходимо уменьшить подачу.

Описанные второй и третий методы работы не могут быть признаны целесообразными еще и потому, что машинное время получается значительно больше. Например, опыт шлифования параллелей на заводе им. Октябрьской революции показал, что, применяя первый метод, было снято 3800 г металла за 50 минут, что равно 35 кг/час , при втором методе — 80 г металла за 2 часа, что дает 14 кг/час , при третьем методе — 3160 г металла за 47 минут, что составляет $4,04 \text{ кг/час}$. На том же заводе на шлифование кулисы припуске 1,6 мм по первому методу затрачено 43 мин. машинного времени, а по третьему — 1 мин. Отсюда ясно видно преимущество первого метода. При шлифовании даже тонким кругом, например пазов, возможно подобрать режим с малыми подачами на каждый ход. При этом машинное время резко снижается. Следует также сказать, что метод неравномерных подач затрудняет получение одинаковых размеров по всей длине детали.

При работе на станках с прямоугольным столом, работающих с периферией круга, также существует целый ряд приемов. Однако, все разнообразие приемов здесь может быть сведено к трем основным случаям, а именно:

А. Работа методом поперечных проходов

Поперечная подача круга (вдоль оси шпинделя) производится с каждым ходом стола, круг снимает слой, толщина которого равна фактической глубине резания а ширина — поперечной подаче круга за один ход стола (рис. 14, I).
 I один ход стола (рис. 14, I).

После прохода детали по ширине, подавая круг снова на глубину резания и поперечную подачу на 1 ход стола, снимают следующий слой металла. Так повторяют до тех пор, пока не будут сняты весь припуск.

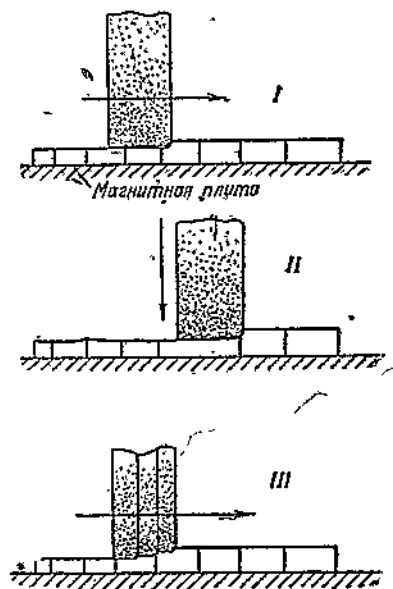


Рис. 14.

Б. Работа методом врезания

При этом методе круг подают на глубину за каждый ход стола, а поперечной подачи круг не получает. После снятия припуска, круг перемещается в осевом направлении на величину $\frac{3}{4}$ — $\frac{1}{6}$ ширины круга и снова производится шлифовка с подачей на глубину за каждый ход стола пока не будет снят припуск. Для чистовых проходов оставляется припуск 0,01—0,02 мм. Так продолжается до тех пор, пока не будет шлифована вся поверхность (рис. 14 II). Оставшийся припуск 0,01—0,02 мм а равно и неровности, полученные при шлифовке методом врезания, снимаются как указано в п. А.

В. Работа ступенчатым кругом

Круг заправляется ступенькой (рис. 14, III). Весь припуск распределяется между числом ступенек и снимается за 1 проход. В остальном работа производится так же, как и при методе поперечных проходов. Последней ступенькой снимается обычно небольшой, по сравнению с остальными ступеньками, слой металла и производится чистовая шлифовка. Во избежание большого расхода абразива на правку, круг правится алмазами или алмазными карандашами, заделанными в специальный шаблон, чем и достигается всякий раз однокобразная правка круга.

При работе методом поперечных проходов круг работает главным образом кромкой. Вся же остальная цилиндрическая часть круга остается мало нагруженной. В результате круг изнашивается неравномерно. При работе ступенчатым кругом нагрузка на круг распределяется более равномерно, а при работе методом врезания — равномерно по всей цилиндрической части круга. Очевидно, что при снятии одного и того же объема металла

за один ход стола, удельное давление круга в первом случае будет наибольшим, а в последнем — наименьшим. Поэтому при работе методом поперечных проходов необходимо брать круг более твердый, а при работе методом врезания — более мягкий.

Все остальные методы шлифования являются комбинациями указанных выше методов. Примером такой комбинации может служить шлифование губок штангенциркуля на заводе «Красный Инструментальщик» (рис. 15):

Применение того или иного метода зависит от ряда причин, как-то: конфигурации изделия, мощности станка, характеристики абразива, опытности рабочего и т. п. В большинстве же случаев вопрос выбора метода шлифования решает машинное время. На рис. 16 показана зависимость между машинным временем обра-

ботки деталей из незакаленной стали 1045 и припуском при разных методах шлифования. Из рисунка видно, что при всех прочих равных условиях наибольшее машинное время получается при обработке методом поперечных проходов и наименьшее — при работе ступенчатым кругом. Неравномерное (ступенчатое) изменение величины машинного времени при обработке ступенчатым кругом объясняется тем, что в определенном интервале припусков (например до 0,5 мм) машинное время будет постоянно, так как припуск снимается за один проход. При более значительных припусках, например, от 0,5 до 1 мм, невозможно снять весь припуск за один проход. Поэтому и машинное время сразу увеличивается в 2 раза. Установить границы величины припуска для одного, двух и т. д. проходов в общем виде затруднительно. В каждом конкретном случае вопрос решается отдельно.

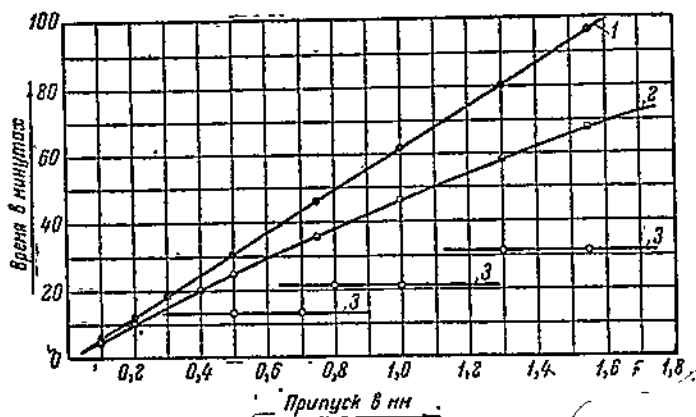


Рис. 16.

1 — шлифование методом поперечных проходов; 2 — шлифование методом подрезки; 3 — шлифование кругом, заправленным ступенькой.

Необходимо отметить, что применение ступенчатой правки круга целесообразно лишь при правильном процессе правки круга, в противном случае этот метод не оправдывается. При правке, обычно производимой вручную, ступеньки как по ширине, так и по высоте получаются различные. Правка круга производится после одного или двух проходов по всей ширине изделия. Перед каждой правкой круг выравнивается, т. е. срезаются все ступеньки, после одного или двух проходов по всей ширине изделия. Штучное время, благодаря увеличению вспомогательного времени на правку, а также расход абразива и алмаза значительно возрастают. Ступенчатую правку необходимо производить с помощью специального шаблона с числом и размерами ступеней, которые должны быть на выправленном круге и с заделанными в вершинах алмазами. Шаблон укрепляют в оправке, устанавливаемой на магнитной плите станка. При правке шаблон перемещается на ширину одной ступени до момента, пока первый алмаз не подой-

дет к краю круга, как показано на рис. 17. В этом случае правка всегда однообразна, отсутствует непроизводительная трата абразива и алмаза, а время на правку значительно меньше, чем даже при обычной бесступенчатой правке круга.

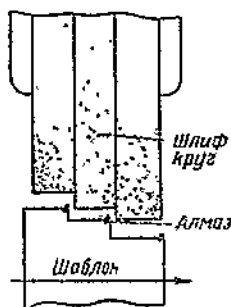


Рис. 17.

Познакомившись с основными методами шлифования, рассмотрим приемы и методы установки и обработки деталей на плоскошлифовальных станках. Как видно из главы I «Классификация деталей», технологические задачи для всех деталей, подвергающихся плоскому шлифованию, наряду с получением заданного качества обработки, могут быть сведены к следующим:

1. Получение точной плоскости.
2. Обеспечение линейных размеров в расположении плоскостей и параллельности плоскостей.
3. Обеспечение перпендикулярности плоскостей и точного углового расположения плоскостей.

Получение точной плоскости и обеспечение линейных размеров в расположении плоскостей

Получение точной плоскости у жестких деталей при наличии магнитной плиты не представляет особого труда. При этом необходимо следить только за исправностью станка и плиты. Установка шлифуемых деталей всех классов производится в большинстве случаев непосредственно на магнитной плите станка и лишь для обработки деталей более сложной конфигурации приходится применять различные приспособления. В массовом и крупносерийном производстве при обработке мелких деталей много времени уходит на укладку деталей на плиту станка, что значительно понижает эффективность процесса. Так, например, на одном заводе при шлифовке пластинок к шаблону размером $32 \times 8 \times 3,5$ соотношение между временем на установку и машинным следующее:

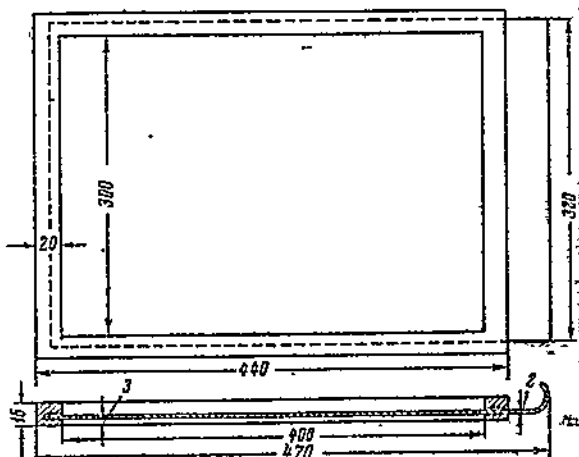


Рис. 18.

а) при обработке двух плоскостей одновременно обрабатываемых 864 деталей машинное время — 17,5 мин., установка и перевертывание — 73 мин.;

б) при обработке ребер одновременно обрабатывается 1728 шт. Машинное время на обе стороны — 22 мин., установка и переверывание — 33 мин.

Также и во многих других случаях увеличение производительности труда может быть достигнуто за счет уменьшения вспомогательного времени.

Для уменьшения времени на установку при обработке подобных изделий может быть рекомендовано приспособление типа касет, одно из которых приведено на рис. 18.

Приспособление представляет собой медный лист вдвинутый в рамку. Укладка деталей в приспособление производится шлифовщиком во время работы станка. Таким образом большая часть вспомогательного времени перекрывается машинным временем. На плиту с включенным магнитом ставится приспособление, загруженное изделиями, и затем лист вытаскивается. Детали притягиваются магнитной плитой и требуется лишь поправить их положение.

Обработка деталей с наружным углом

Шлифовка деталей квадратного и прямоугольного сечения встречается во всех отраслях машиностроения и является наиболее распространенным видом работы на плоскошлифовальном станке. Для получения наружного прямого угла существует ряд способов. Рассмотрим некоторые из них на примере обработки типичной детали класса III.

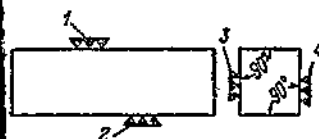


Рис. 19.



Рис. 20.

Если прямой угол между плоскостями 1 и 3 или 2 и 4 рис. 19 нужно выдерживать не с особо большой точностью и заготовка предварительно обработана строжкой или фрезеровкой так, что угол уже выдержан с требуемой точностью, то шлифовку поверхностей можно производить прямо на магнитной плите станка. Базой здесь служит та из поверхностей, которая лучше изготовлена «в угол».

При обработке партии таких деталей на плиту может быть уложена не одна, а несколько деталей. Во избежание перекосов, а также для лучшего закрепления деталей между ними прокладывают немагнитные прокладки, а как показано на рис. 20.

При более высоких требованиях к точности угла пользуются следующими приемами.

Шлифовка с индивидуальной установкой путем подклинивания

Деталь рис. 19 устанавливается на стол, напр. поверхностью 2. Проверочный угольник ставится одним ребром на стол, а вторым

к одной из поверхностей — 3 или 4. В зависимости от величины и направления просвета между ребром угольника и поверхностями 3 и 4 деталь подклинивается. Этот способ крайне длителен и нерационален. Однако, в индивидуальном и мелкосерийном производстве, и особенно при обработке громоздких изделий, к нему нередко прибегают. Для удобства регулирования деталь иногда устанавливается на специальные клинья.

Обработка в машинных тисках

Поверхности 1 и 2, ранее отшлифованные, зажимаются между губками тисков и шлифуется поверхность 3. Затем деталь ставится поверхностью 2 на магнитную плиту и шлифуется поверхность 4. Этот способ прост и точен, но также мало производительен, так как точность обеспечивается только при зажиме одной детали. Он применим также и в том случае, когда деталь не имеет прямого угла.

В этом случае одна из сторон, напр. 1 (рис. 21) прижимается к неподвижной губке тисков, а между другими сторонами тисков и поверхностями 2 и 3 изделия кладутся калиброванные прутки.

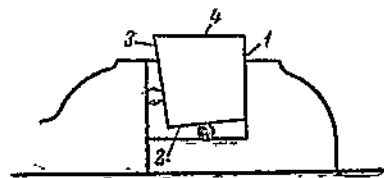


Рис. 21.

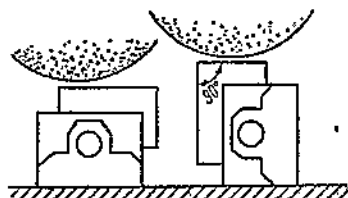


Рис. 22.

После шлифовки поверхности 4 изделие переставляется поверхностью 4 к неподвижной губке тисков, шлифуется поверхность 3 и т. д.

Обработка в тисках с параллельными сторонами является усовершенствованным способом обработки в машинных тисках. Несколько деталей собираются в пачку шлифованными сторонами друг к другу и зажимаются в тиски. После шлифовки одной стороны тиски вместе с деталями переворачиваются на другую сторону и шлифуется вторая сторона (рис. 22). Так как все плоскости тисков расположены друг относительно друга под углом в 90° , то этот способ лучше всего обеспечивает и достаточную точность и высокую производительность.

Шлифование при зажиме деталей струбцинками

При этом способе несколько деталей собираются в пачку шлифованными сторонами друг к другу и зажимаются струбцинками. Затем вся пачка устанавливается на стол и при помощи угольника проверяется перпендикулярность шлифованных поверхностей столу станка. В случае просвета поворачивают детали в струбцинках до тех пор, пока не будет обеспечен необходимый прямой угол. Этот

метод довольно широко распространен благодаря его универсальности и производительности.

Обработка на универсальном приспособлении

Приспособление (рис. 23) представляет собою призму, снабженную магнитными полюсами, которые выведены на плоскости, расположенные под прямым углом. К одной из сторон этого приспособления привинчивается точно отшлифованная планка, которая и служит упором для устанавливаемых деталей. Деталь предварительно шлифуется с двух противоположных сторон 1 и 2 (рис. 19). Затем одной из них деталь кладется на поверхность А приспособления и сверху шлифуется поверхность 3. Далее деталь поворачивается так, чтобы была прижата поверхность 3 к упору «а», или устанавливается прямо на магнитную плиту и шлифуется поверхность 4. Этот способ обеспечивает достаточную точность, производительность и вполне универсален.

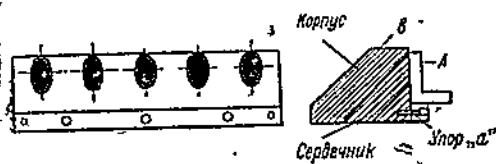


Рис. 23.

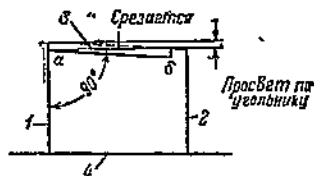


Рис. 24

Обработка со срезанием острого угла

Деталь устанавливается на стол нешлифованной поверхностью 4 (рис. 24) и шлифуется поверхность 3 «как чисто». Затем деталь снимается, и по угольнику на-глаз определяется величина просветов в результате неперпендикулярности поверхностей 1 и 2 к поверхности 3, причем замечается, которая из поверхностей 1 и 2 образует с поверхностью 3 острый угол. Положим, что это будет поверхность 2. Деталь ставится вновь на стол поверхностью 4, круг подается на глубину на величину просвета, обусловленного наличием указанного острого угла, и поверхность 3 шлифуется вновь но не до конца, т. е. круг выводится из изделия, не шлифуя всей поверхности 3 (рис. 24), так что точки «а» и «б» поверхности 3 лежат в одной плоскости, составляющей с поверхностью 2 прямой угол. После этого шлифуется поверхность 4, «как чисто» от базы поверхности 3 и лишь потом шлифуется вновь поверхность 3 от базы 4 в размер.

Этот способ хотя и мало производителен, но точен и применяется чаще всего при штучных инструментальных работах:

Получение внутреннего прямого угла

Наиболее простая форма детали, требующая соблюдения внутреннего прямого угла, та, у которой наружный противоположный угол также будет прямой (рис. 25), а внутренняя и наружная стороны параллельны. Обработка таких деталей, если они предвари-

тельно обработаны строжкой или фрезерованием с достаточно точным углом, не представляет особых затруднений. Их можно шлифовать непосредственно на магнитной плите станка.

Второй способ заключается в создании базовых поверхностей, т. е. предварительно точно обрабатываются под прямой угол поверхности 1 и 2 (рис. 25), которые служат базами для обработки поверхности 4 и 5 на магнитной плите. Если базы 1 и 2 не созданы

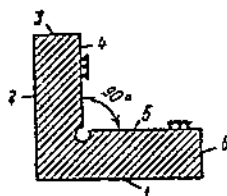


Рис. 25.

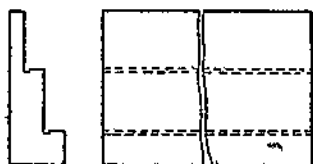


Рис. 26.

или не дадут точного прямого угла, то шлифовщик может при помощи индивидуальной установки каждой детали, пользуясь подкладками, произвести такую установку и добиться точных результатов. Однако этот способ мало производителен. Лучшим способом получения угла в деталях подобного рода является обработка с помощью универсального приспособления (рис. 23). Предварительно более прямолинейная поверхность (напр. 1) используется как база и на приспособлении от этой поверхности шлифуется поверхность 5. Затем деталь ставится на приспособление поверхностью 1 к его магнитной стороне, поверхность 2 доводится до упора «а» и шлифуется поверхность 4. Этот способ обеспечивает точность, вполне универсален и наиболее производителен.

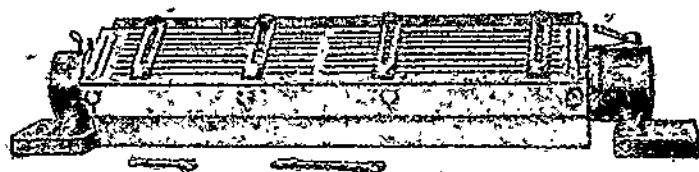


Рис. 27.

При несоответствии внутреннего и наружного угла, а также если внутренние и наружные стенки подлежащего шлифованию угольника не параллельны, обработку можно вести следующим способом. Деталь устанавливается по одной из внутренних плоскостей и шлифуется «как чисто» периферией круга. Затем торцом круга шлифуется перпендикулярная к ней плоскость. При этом шлифующий торец круга заправляется с поднутрением; таким приемом можно воспользоваться только тогда, когда последняя поверхность шлифуется «как чисто». При значительном припуске этот прием нецелесоуобен.

В некоторых случаях для снятия припуска с поверхности перпендикулярной столу станка, целесообразно менять круг на фасочный и шлифовать торцем чашки.

При работе торцем круга на станках с горизонтальным шпинделем всегда важно условие, чтобы отшлифованная поверхность была в вертикальной плоскости и параллельна направлению движения. На практике проверку параллельности производят по пробной детали, либо по пробной стружке, а в особо точных случаях индикатором, укрепленным на шпинделе станка.

Наиболее же простой, точный и производительный способ — это установка детали по установочной планке.¹ Сущность его заключается в следующем. Планка, изготовленная с параллель-

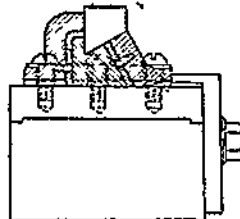
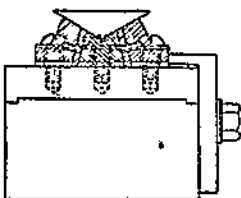
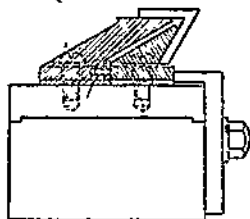
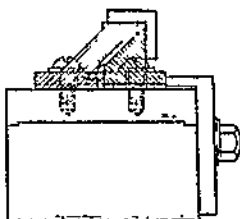
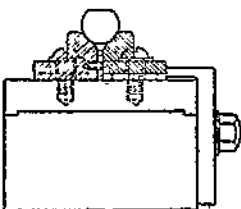
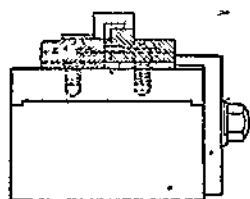
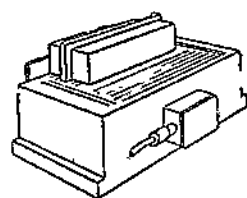
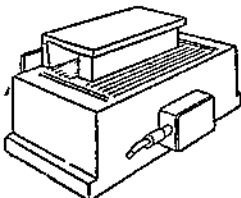
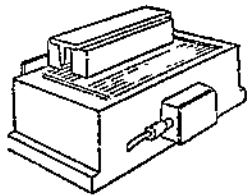
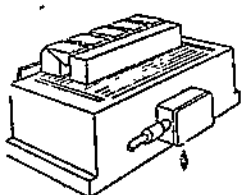


Рис. 28.

ными уступами (рис. 26), кладется на магнитную плиту станка так, чтобы один из уступов плотно прилегал к краю плиты. Затем на магнитную плиту ставится деталь или приспособление с деталями и плоскостью, которая должна быть параллельна направлению движе-

¹ И. Стронлов — Стахановские методы работы шлифовщика. Ленинград, 1938.

ния, прижимается к выступающему краю планки. При этом необходимо следить за тем, чтобы боковые грани магнитной плиты были параллельны направлению движения стола.

Получение различных угловых профилей достигается: 1) при помощи поворотной магнитной плиты; 2) специальных приспособлений; 3) универсальных приспособлений.

Проще всего обработка на магнитной плите, одна сторона которой закреплена шарнирно, а вторая имеет винт, с помощью которого можно изменять угол наклона плиты (рис. 27).

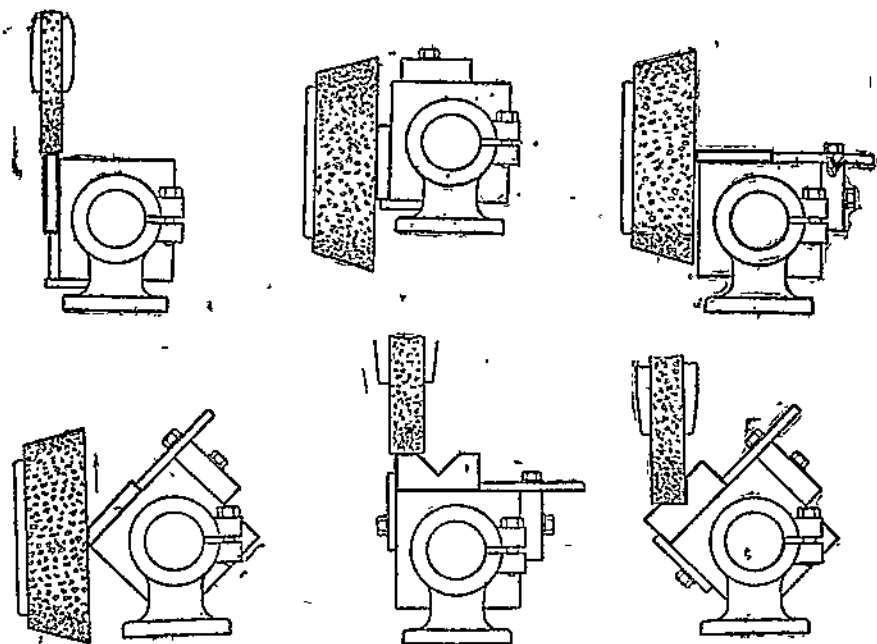


Рис. 29.

Специальные приспособления в серийном производстве имеют сравнительно небольшое распространение, ввиду их значительной стоимости, но они имеют то преимущество, что время установки изделия сводится к минимуму, и форма обработанных деталей не зависит от рабочего. Примеры установки изделий в простейших специальных приспособлениях показаны на рис. 28.

Универсальные приспособления применяются главным образом в серийном производстве. Их можно свести к двум основным типам: а) вращающаяся магнитная плита и б) синусная линейка в комбинации с параллельными тисками.

Приспособления первого типа выполняются в виде магнитной плиты квадратного сечения с горизонтальной осью вращения (рис. 27). С одной стороны плиты имеется упорная планка, по которой ориентируется устанавливаемое изделие. После закрепления изделия плита поворачивается на требуемый угол. Правильность

установки контролируется лимбом, нанесенным на торцевой стороне плиты. Примеры обработки с помощью плиты приведены на рис. 29.

В приспособлениях второго типа удобно обрабатывать плоские изделия сложного профиля. Широкая синусная линейка с установленными на ней параллельными тисками дает возможность обрабатывать детали пачками. Этот способ весьма точен и достаточно производителен, но применение его сопряжено с расчетами и поэтому требует высокой квалификации рабочего.

Обработка торцевых плоскостей

Обработка деталей класса Т на плоскошлифовальных станках вообще не представляет особых затруднений, так как кольца и диски легко устанавливаются на магнитный стол станка. При малой высоте указанных деталей ошибки в перпендикулярности торцевой поверхности к оси изделия при исправном станке получа-

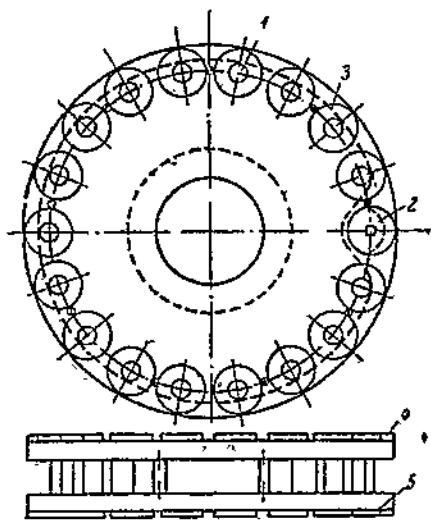


Рис. 30.

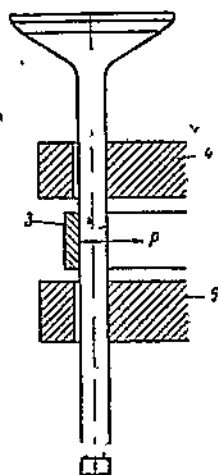


Рис. 31.

ются столь незначительными, что ими обычно пренебрегают. Особое место в этом отношении занимают детали класса Т, группы — 10, 11, 12 (штулки и короткие валы). Особенностью этих деталей является то, что отношение их высоты к размеру торцевой плоскости больше единицы. Эти детали мало устойчивы и для их закрепления на магнитной плите станка требуются дополнительные приспособления. Также из-за значительной высоты изделий здесь труднее выдержать перпендикулярность торцевых поверхностей к оси изделия. Типичным представителем этих групп деталей может служить автомобильный или тракторный клапан.

Приспособления для обработки деталей в большинстве случаев представляют собой блоки с гнездами для ориен-

тировки деталей по наружной или внутренней цилиндрической поверхностям. Примером такого приспособления для обработки на плоскошлифовальном станке «Бланшард» торцевых плоскостей толкателей тракторных клапанов служит применяемое на Кировском заводе устройство, показанное на рис. 30. Оно представляет собою блок из двух дисков 4 и 5, находящихся на некотором расстоянии друг от друга. Оба диска имеют сквозные отверстия 1 для размещения в них деталей. Поворотом эксцентрика 2 стальная лента 3 зажимает одновременно все толкатели. Закрепленные изделия представляют собой балку, лежащую на двух опорах и нагруженную сосредоточенной нагрузкой P (рис. 31). Для правильной работы приспособления вовсе не требуется точного соблюдения номинального размера отверстий. Здесь важно, чтобы отверстия в верхнем диске 4 и нижнем 5 имели одинаковый размер и оси этих отверстий совпадали. Для повышения производительности труда изготавливаются два таких приспособления с тем, чтобы при работе первого второе можно было загружать. Установка клапанов в приспособлении производится с помощью оправки, обеспечивающей одинаковую установку клапанов по высоте.

Шлифование крупных деталей простого и фигурного профиля и деталей, плоскости которых сопряжены с отверстиями.

В практике заводов приходится шлифовать крупные детали класса П и С, иногда с размером плоскостей (при торцевом шлифовании) значительно превосходящим диаметр шлифовального круга. Шлифовку этих деталей ведут на станках типа 1 П-2, применяя следующий метод. Припуск сначала снимают полосам, не-

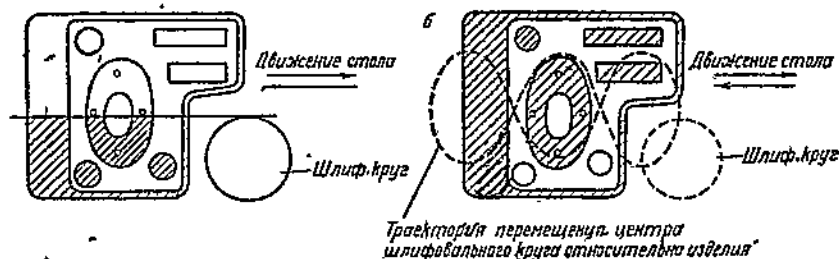


Рис. 32.

сколько меньшими диаметра шлифовального круга (рис. 32а), при зачистке же кроме движения изделия, шлифовальной головке дается еще поперечное перемещение по траверсе. Траектория перемещения центра шлифовального круга относительно изделия показана на рис. 32б.

При обработке станин обычно совмещаются все разобранные виды обработки. Из-за громоздкости этих деталей и требуемой точности они должны быть обработаны с одной установки. Для обработки их служат специальные станки, типа Биллетер-Клунц

др., обычно имеющие несколько шлифовальных шпинделей. Один из них предназначен для шлифовки горизонтальных плоскостей и работает сегментным кругом, а остальные применяются для шлифовки боковых сторон направляющих и могут работать как периферией диска, так и вращательными кругами. Супорты с этими кругами могут устанавливаться под любым углом. Особенностью данных станков является также то, что шлифовальная бабка с супортом имеет вертикально-поступательное перемещение вдоль станины, а обрабатываемая деталь устанавливается неподвижно на плите, расположенной вдоль станины (станка). Впрочем, существуют также станки, у которых движение подачи сообщается плите, а шлифовальная бабка во время работы остается неподвижной.

При шлифовании станин большое значение имеет выверка их на станке. Здесь требуется установить станину точно в таком положении, в каком она была установлена на столе строгательного станка (при строжке). Поэтому обычно простроганная плоскость является базовой при установке.

Наиболее целесообразна выверка при помощи индикатора, закрепленного в специальном приспособлении на шлифовальной бабке, при этом бабка перемещается вдоль станины. Выверка про-

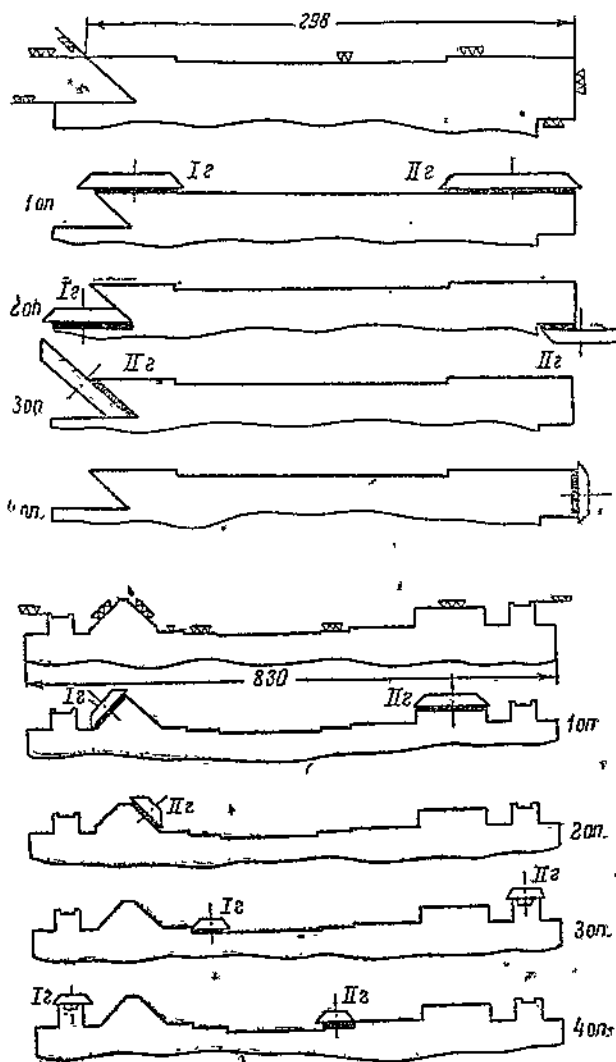


Рис. 33.

Iг — 1-я шлифовальная головка; IIг — 2-я шлифовальная головка.

изводится в обеих плоскостях при помощи клиньев, домкратов и бумажных прокладок.

На рис. 33 показана последовательность шлифования подобных деталей на заводе им. Свердлова. Как видно из рисунка, работа производится частично двумя шлифовальными головками одновременно.

Детали, шлифуемые плоскости которых сопряжены с точными отверстиями, встречаются главным образом в классе V. Типичным представителем этих деталей является изображенная на рис. 34а. Шлифуемые плоскости этой детали должны быть параллельны осям I—I и II—II. Кроме того размеры должны быть точно выдержаны. Поставленным требованиям вполне удовлетворяет при-

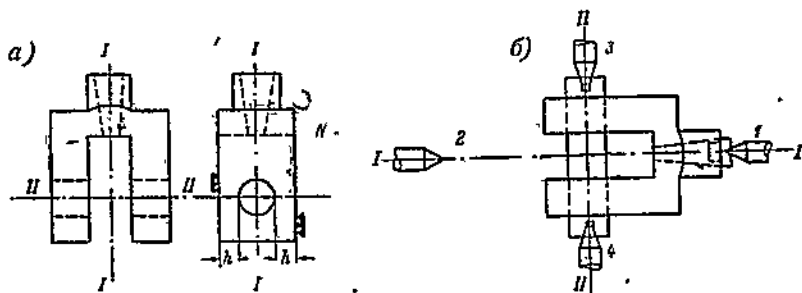


Рис. 34.

способление (рис. 34б), применяемое на Ворошиловградском паровозостроительном заводе. Деталь для шлифовки устанавливается на трех центрах 1, 2, 3, находящихся в плоскости осей I—I и II—II. После шлифовки до требуемого размера центр 1 отжимается, деталь поворачивается в центрах 3 и 4 на 180° и укрепляется центром 2. Контроль размеров детали производится от плиты.

Обработка тонких деталей

Точная обработка плоскостей тонких изделий встречает целый ряд затруднений и поэтому методы обработки таких изделий должны быть разобраны отдельно.

Шлифовка тонких деталей на плоскошлифовальном станке с установкой их на обычном магнитном столе требует предварительной точной обработки плоскостей. Вогнутость или выпуклость тонких деталей после строжки или фрезерования не может быть устранена при обычной установке на магнитной плите, так как магнитный стол, притягивая деталь, выпрямляет ее, после снятия с магнитного стола она снова принимает первоначальную форму, которую имела до шлифовки.

Тонкие детали особенно подвержены короблению. Направление деформации всегда одинаково. Вогнутость образуется со стороны круга (рис. 35). Причиной такого поведения пластины являются внутренние напряжения. Существующее до шлифовки равновесное состояние внутренних напряжений нарушается вследствие снятия

слоя материала. Поэтому наилучшим методом здесь является снятие одинаковых слоев материала с обеих сторон пластинки. Тогда пластинка остается прямой или получает лишь незначительный изгиб.

Чтобы соблюсти параллельность плоскостей у тонких изделий, необходимо вести шлифовку следующим образом: поставить деталь выпуклостью кверху и шлифовать «как чисто» до получения прямолинейности, затем поставить на шлифованную плоскость и от нее выдерживать размер. Считаясь, однако, с тем, что первая поверхность также получает небольшую выпуклость, приходится делать несколько проходов и несколько раз переворачивать деталь. Для сокращения числа проходов иногда применяют такой прием: деформированную деталь кладут выпуклостью вверх, как показано на рис. 36б. Далее для шлифовки первой стороны выбирают настолько интенсивный режим резания, что деталь деформируется и становится прямолинейной; впрочем деформация в противоположном направлении может быть столь значительной, что

деталь примет вид, изображенный на рис. 36а. Закаленные детали шлифуются с многократным переворачиванием:

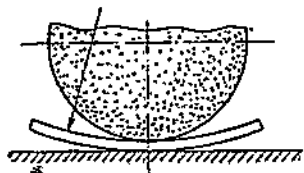


Рис. 35.



Рис. 36.

Для получения точной плоскости в «лекальную линейку» иногда выключают магнит и шлифуют до исчезновения искры. Однако этим способом нужно пользоваться осторожно, так как легко сделать брак. При обработке особо тонких изделий одно только выключение магнита недостаточно, так как сила остаточного магнетизма удерживает деталь в положении, приданном ей магнитом.

С целью более плотного прилегания пластинок к магнитной плите поверхность их часто смазывают тонким слоем масла. Благодаря вязкости масла пластинки настолько хорошо удерживаются, что их иногда можно шлифовать не включая электромагнита. После шлифовки одной стороны шлифуют другую и так повторяют несколько раз до получения требуемого размера.

Значительный интерес представляет способ наклеивания тонких пластинок шеллаком, клеем и пр. Делают это следующим образом. На массивную планку с тщательно обработанными параллельными сторонами наносят шеллак, сверху накладывают изделие и прижимают легким грузом, затем просушивают и шлифуют пластинку. После смачивания пластинки спиртом она легко удаляется. Вторую сторону пластинки шлифуют непосредственно на магнитном столе. Этот метод может быть применен и для обработки пластинок из цветных металлов, только в этом случае пластинку наклеивают дважды.

Известны и недостатки этого метода. При наклеивании шеллаком изогнутая пластинка также выпрямляется и потому после шлифования может происходить деформация ее в обратном направлении подобно тому, как и при установке той же пластинки на магнитной плите.

Кроме того шеллак может быть нанесен неравномерно и во время нагрева при шлифовании он дает «вздутие», которое передается изделию. Поэтому обработку пластин толщиной от 0,05 до 0,2 мм ведут иначе. На стальную массивную планку шеллаком или клеем приклеивают тонкую кожу. После просушки планка с кожей помещается на магнитный патрон и поверхность кожи прошлифовывают. Затем на кожу наносят слой шеллака или клея, дают просохнуть и слегка снова прошлифовывают только для уда-

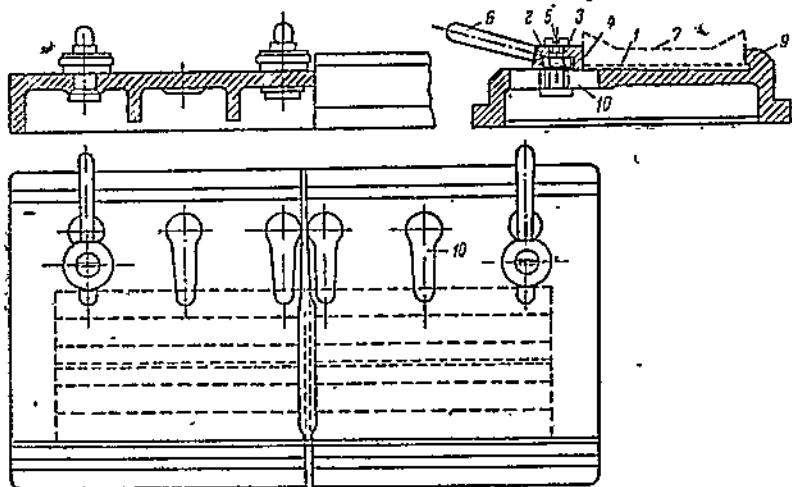


Рис. 37.

ления неровностей с нанесенного слоя шеллака или клея. После этого вновь наносят тонкий слой жидкого клея. Пластишку, подлежащую шлифованию, в горизонтальном положении осторожно опускают на клей и дают ей лечь на планку только тогда, когда расстояние между нею и планкой будет не больше 0,7 мм. Затем просушивают и шлифуют. При толщине пластинки 0,05 мм достигается точность 0,001 мм.

С целью уменьшения, возникающего при шлифовании нагрева и равномерного его распределения, на практике прибегают к усиленному охлаждению, часто ведут обработку изделия при большой скорости стола, применяют мягкие круги и т. д.

В заключение приведем несколько приспособлений, облегчающих и ускоряющих получение правильных плоскостей при шлифовании тонких изделий. На станкозаводе им. Свердлова для шлифовки планок высотой от 12 до 25 мм, длиной до 1 м успешно применяют приспособление, показанное на рис. 37. Приспособление состоит из корпуса 1, имеющего поперечные

лазы 10, служащие для установки подвижных эксцентриковых зажимов. Последние укрепляются в лазах 10 на некотором расстоянии от упорной стенки 9 корпуса, в зависимости от габаритных размеров изделия. Эксцентриковый зажим состоит из эксцентрика 2, пальца 3, гайки 4, винта 5 и рукоятки 6. Обрабатываемое изделие 7 прочно крепится в приспособлении путем поворота эксцентриков 2 вокруг оси.

К точности и чистоте обработки чугунных прокладок шестеренчатых насосов, толщина которых составляет 5—10 мм, а площадь до 150×250 мм, предъявляются большие требования: выпуклость или вогнутость плоскостей допускается в пределах 0,005 мм. Поэтому детали после шлифовки ранее притирались вручную, на что тратилось много времени, причем все же очень трудно было сохранить параллельность плоскостей. На рис. 38 показано простое приспособление, примененное станкозаводом им. Орджо-

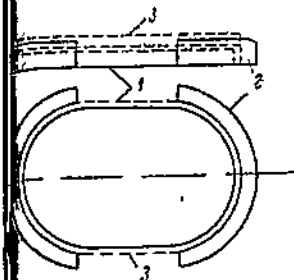


Рис. 38.

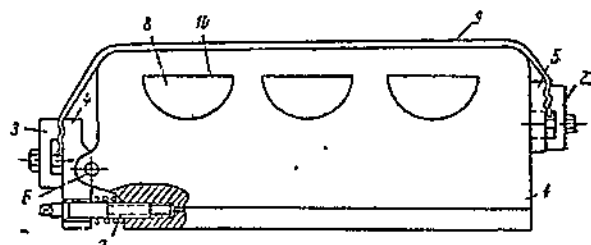


Рис. 39.

никидзе, дающее возможность на шлифовальном станке с магнитным столом получить точную шлифовку, вполне удовлетворяющую техническим условиям. Приспособление это состоит из стальной подкладки 1 определенной толщины и двух полуколец 2. Подкладка, габариты которой на 3—4 мм меньше габаритов детали 3, служит для установки на нее последней с целью уменьшения силы притяжения магнитного стола. Толщина подкладки находится в зависимости от толщины и габаритов детали и должна быть такой, чтобы сила магнита, действующая через подкладку, не могла деформировать шлифуемую деталь; в то же время деталь должна быть слегка притянута, для предотвращения ее сдвигания усилиями резания. Два полукольца 2 устанавливаются на магнитную плиту, вплотную к шлифуемой детали 3. Притянутые плитой они дополнительно обеспечивают от перемещения шлифуемой детали в направлении движения стола. В целях ослабления действия магнита применяют также и тонкое подкладное резиновое кольцо с вырезами, укладывая его между изделиями и магнитной плитой.

Для шлифовки ленты, идущей для изготовления щупов, один из заводов применяет приспособление, показанное на рис. 39. К корпусу 1 приспособления крепятся неподвижные зажимные губки 2 и 3 и подвижные 4 и 5. Губка 4 поворачивается на оси 6. В нижней части губки 4 имеется отверстие, через которое проходит болт 7,

с шарообразной головкой. Стальная лента 9 для щупов зажимается в губках, как показано на рисунке, и натяжение ее производится при помощи подвижных губок 4 и 5 ввинчиванием винта 7 в тело корпуса 1. В местах зажима, в приспособлении, концы ленты отжигаются. После зажима и соответствующего натяжения ленты в приспособлении она шлифуется на плоскошлифовальном станке сначала с одной стороны, а затем с другой. По окончании шлифовки толщина ленты 9 проверяется микрометром через окна 8 в корпусе 1; при этом лента с приспособления не снимается. Плоскость 10 этих окон, в которую при измерении упирается штифт микрометра, должна быть очень точна в отношении ее параллельности относительно верхней плоскости приспособления, на которой натягивается лента. После шлифовки лента разрезается и производится сборка щупов.

Для шлифования плоских деталей и снятия с них заусенцев завод им. Кирова применяет станок, принцип действия которого заключается в разнице трения между деталями и абразивным кругом — с одной стороны и между деталями и бесконечной резиновой лентой — с другой. Станок устроен следующим образом. Бесконечная резиновая лента подает детали, которые вручную укладываются на нее и удерживаются трением. Шлифовальный круг вращается в сторону движения ленты. Таким образом детали быстро и хорошо шлифуются и увлекаемые лентой падают в приготовленный для этой цели ящик. Между лентой и кругом остается зазор в зависимости от толщины шлифуемых деталей и припуска, который в среднем равен 0,05 мм. Величина зазора может изменяться с помощью винтового механизма, позволяющего поднять или опустить стол станка. Станок приводится в движение от электромотора. Скорость движения ленты 10—15 м/мин.

ГЛАВА VI

БРАК И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

Основные причины брака следующие: неисправность станка, приспособления для укрепления изделий, несоответствие характеристики круга и режима обработки, неточность установки изделий. Брак также зависит и от обслуживающего персонала: невнимательное отношение, незнание правил управления станком, неумение пользоваться измерительным инструментом и др. нередко являются причинами брака. Термическая обработка, недостаточная рихтовка изогнутых деталей могут также вызвать брак.

Наиболее характерные виды брака, причины его появления и методы борьбы с ними сведены в таблицу 9, к которой ниже даны пояснения.

1. Несоблюдение размеров

Этот вид брака встречается во всех классах изделий. Нередки случаи, когда причиной брака служит неисправность мерительного

Брак и его причины

№ п.п.	Наименование брака	Причины брака	Методы устранения
1	2	3	4
I.	Несоблюдение заданного размера	1. Употребление неверного мерительного инструмента 2. Промер нагретого изделия 3. Небрежность рабочего	1. Перед началом работы проверить мерительный инструмент 2. Слишком нагретые детали перед обмером охлаждать 3. Систематически проверять мерительный инструмент
II.	Прижоги	1. Неправильный выбор круга 2. Недостаточное охлаждение 3. Слишком большая площадь соприкосновения круга и изделия 4. Интенсивный режим резания — поперечная подача, скорость изделия	1. Сменить круг на более мягкий 2. Увеличить интенсивность охлаждения 3. При большой площади соприкосновения круга и изделия при торцевом шлифовании улучшает работу установка сегментов через один 4. Изменить режим
III.	Трещины на поверхности изделия	1. Недостаточное охлаждение 2. Перерывы в подаче охлаждающей жидкости	Наладить непрерывное поступление охлаждающей жидкости
IV.	Грубая шлифовка 1. Следы предварительной обработки	1. Недостаточный припуск 2. Грязь между изделием и магнитной плитой 3. Неисправность магнитной плиты	1. Задать припуск в соответствии с качеством поверхности после предварительной обработки 2. Тщательно протирать плиту и изделие перед установкой 3. Следить, чтобы все секции магнитной плиты работали исправно

№ по пор.	Наименование брака	Причины брака	Методы устранения
1	2	3	4
	2. Грубые штрихи	1. Несоответствие характеристики круга требуемому качеству поверхности 2. Загрязненность охлаждающей жидкости 3. Чрезмерно большие подачи 4. Грубая правка шлифовального круга	1. Сменить круг на более мелкозернистый, а также, в зависимости от его поведения, на более мягкий или более, твердый 2. Регулярно менять и обновлять охлаждающую жидкость 3. Последние проходы производить с уменьшенной скоростью движения стола 4. Улучшить качество правки круга
	3. Неоднородность поверхностей	1. Неоднородность материала и термообработки в различных участках изделия 2. Скольжение и грубая сшивка ремня 3. Неплавное с толчками движение стола	1. Уменьшить режим или последние проходы производить на низкой скорости стола 2. Перешить ремень или заменить склееным ремнем 3. Проверить работу гидравлического привода движения стола и при возможности улучшить работу регулировкой — сдать станок в ремонт
	4. Риски	1. Загрязнение охлаждающей жидкости 2. Плохая правка шлифовального круга	1. Регулярно менять и обновлять охлаждающую жидкость 2. Улучшить качество правки круга
	5. Зарезы (выхваты)	1. Слабое крепление сегментов (при торцевом шлифовании) 2. Несвоевременная правка круга 3. Незвнимательность рабочего при подводе и отводе шлифовального круга от изделия	1. Перед началом работы проверять достаточно ли жестко укреплены сегменты 2. Своевременно править круг 3. До подвода шлифовального круга к изделию включать движение стола

Наименование брака	Причины брака	Методы устранения
2	3	4
6. Завал кромок	- Наличие значительных люфтов - Недостаточная жесткость шлифовального шпинделя	- Сменить или отремонтировать подшипники шлифовального шпинделя - Ослабить режим
Дробление	- Малая жесткость шлифовального шпинделя - Люфт подшипников шлифовального шпинделя - Грубая сшивка ремня - Неплавное движение стола - Плохое закрепление изделия - Слабое крепление круга или сегментов - Неправильный выбор шлифовального круга	- Уменьшить режим - Сменить или отремонтировать подшипники - Перешить ремень (кожаный необходимо склеивать) или сменить на бесконечный плетеный или текстурный ремень - Проверить работу гидравлического привода движения стола и в случае необходимости сдать станок в ремонт - Перед началом работы проверять правильность закрепления изделий - Взять круг несколько мягче
Несоблюдение геометрических форм 1. Непараллельность плоскостей	- Забойны, грязь и неровности на поверхности магнитной плиты и изделия - Износность направляющих стола или шлифовальной головки - Неточность применяемых приспособлений, неправильная установка в них изделий	- Тщательно вытирать магнитную плиту и детали перед установкой - При забойках и неровностях следует шлифовать магнитную плиту - Следить за правильной установкой изделий в приспособлении

№ по пор.	Наименование брака	Причины брака	Методы устранения
1	2	3	4
	2. Вогнутость и выпуклость	1. Неровности и грязь на поверхности магнитной плиты 2. У магнитной плиты несколько полюсов не работают 3. Неправильная укладка деталей на магнитной плите	1. При наличии неровностей на поверхности магнитной плиты необходимо шлифовать плиту 2. Сдать магнитную плиту в ремонт 3. При укладке деталей необходимо наблюдать, чтобы опорные поверхности были равномерно расположены относительно полюсов магнитной плиты
	3. Несоблюдение требуемого углового расположения поверхностей	1. Неточность приспособления, неправильная установка изделий и неумелое отношение рабочего	1. Следить за правильной установкой изделий в приспособлении

инструмента. Поэтому перед началом работы необходимо убедиться в исправности инструмента. Брак может появиться в результате промера нагретого изделия, поэтому нагретое при работе изделие перед промером необходимо охладить.

Заметим, что охлаждение детали всякий раз занимает много времени, поэтому опытные рабочие часто не используют всей величины допуска, а ведут шлифовку с некоторым отклонением от номинального размера в сторону, противоположную допуску. Известно также, что измерения необходимо производить при температуре инструмента 20°C .

II. Прижог

Прижог — местное изменение микроструктуры поверхности детали, вследствие интенсивного выделения больших количеств тепла при шлифовании. Внешне прижог выражается в появлении пятен цветов побежалости. Эти пятна являются результатом образования на прижатой поверхности окисных пленок. Этот брак — окончательный и неисправимый, так как после удаления окисной пленки, толщина которой составляет доли микрона, прижог все же остается и выведение его чрезвычайно затруднительно. В настоящее время прижоги, появляющиеся при шлифовании, разбиваются

на два класса: ¹ I класс — прижоги с отпуском, II класс — прижоги с подкалкой.

Кроме того каждый класс прижогов делится на: А — прижоги крупные, имеющие форму округлых пятен, иногда вытянутых в каком-либо одном направлении независимо от направления шлифовки и Б — мелкие прижоги, имеющие форму тонких штрихов, расположенных строго вдоль шлифовальных рисок. Появление прижогов зависит от степени нагрева детали при шлифовании. Если температура нагрева поверхности при шлифовании закаленной детали не достигла точки A_{C1} , т. е. температура, при которой эвтектоидная смесь переходит в твердый раствор, то появляется прижог с отпуском и структура прижженной поверхности представляет собой те или иные продукты распада мартенсита (троостит, сорбит). Если температура какого-либо участка шлифовочной поверхности переходит через точку A_{C1} , то вследствие последующего охлаждения струей жидкости этот участок вторично закаливается. Появляется прижог с подкалкой.

Как в первом, так и во втором случае твердость прижженного участка значительно отличается от твердости остальной поверхности изделия.

На рис. 40 показано распределение твердости по Виккерсу ($P=10$ кг) на поверхности прижога класса II А. Из рисунка видно, что твердость сердцевины прижога значительно выше неприжженной поверхности детали. На периферии прижженного участка, где температура была недостаточная для закалки твердость, вследствие отпуска, резко падает. Такая деталь в эксплуатацию пущена быть не может.

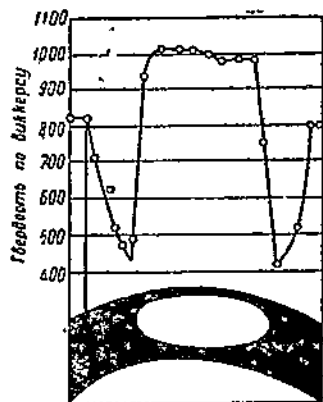


Рис. 40.

Однако твердость шлифованной поверхности не всегда характеризует ее состояние в смысле прижогов. Некоторые виды прижогов практически не отражаются на твердости вследствие их чрезвычайно малой толщины.

Основным, наиболее правильным методом борьбы с прижогами можно считать только профилактический, т. е. жесткое соблюдение установленного технологического процесса и инструктаж рабочих. Но ответственные детали все же приходится контролировать на прижог. В большинстве случаев контроль производится протравливанием.

III. Трещины

Различают три вида трещин при шлифовке.

1. Трещины на материале, возникающие вследствие недостат-

¹ А. Г. Спектор и Г. Н. Сидоров. Структура шлифовальных ожогов. Вестник металлопромышленности № 1, 1940 г.

ков материала или неумелой его обработки. Эти трещины становятся заметны чаще после шлифовки.

2. Трещины, получающиеся при шлифовке брусков стали, которые уже благодаря возникающим при предварительной обработке напряжениям, подвергаются усилиям, близким к границе прочности материала.

3. Трещины на материале, получающиеся исключительно благодаря неправильной шлифовке.

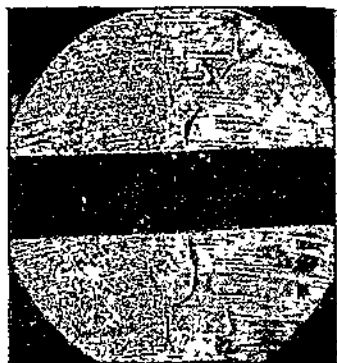
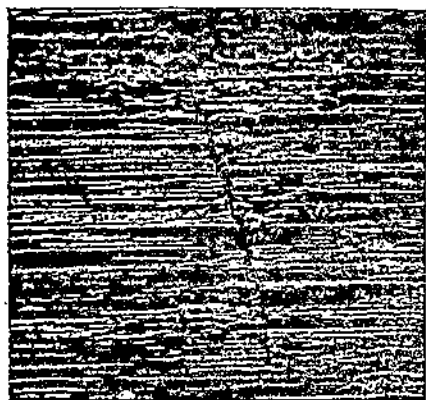


Рис. 41.

Трещины при шлифовке возникают вследствие неравномерной температуры в различных частях изделия. Наиболее часто трещины наблюдаются при: а) сухой шлифовке, когда местное нагревание слишком велико, б) мокрой шлифовке при недостаточном и неравномерном охлаждении и в) при работе твердым кругом и интенсивных режимах. Рис. 41 показывает трещины при шлифовке.

IV. Грубая шлифовка

1. В результате недостаточного припуска на окончательную шлифовку остаются следы предварительной обработки. То же самое наблюдается при шлифовке тонких изделий к магнитной плите и при попадании грязи под шлифуемое изделие.

2. Грубые штрихи. Обычно это характерно для крупнозернистых шлифовальных кругов и интенсивных режимов.

3. Неоднородная поверхность получается часто при шлифовке деталей, имеющих различную твердость. Например, в линейке штангенциркуля подвергаются закалке только губки, в шаблонах — измерительные поверхности и т. д.

4. Отдельные редкие риски появляются в результате загрязнения охлаждающей жидкости. Эти риски бывают различны по глубине и в расположении их не наблюдается никакой закономерности.

Кроме того, на шлифованной поверхности возможны глубокие риски (превышающие по глубине все другие) от наиболее выступающего зерна на шлифовальном круге. Эти риски всегда располагаются на одинаковом расстоянии друг от друга. Характер этих рисок и шаг зависят от рода шлифования и режима.

5. Зарезы — представляют собой местные углубления в металле. Они могут появляться при работе несвоевременно выправленным кругом, при неправильной подаче, а также при слабом репелении сегментов (на станках, работающих сегментным кругом) и при недостаточной жесткости шпинделя шлифовальной бабки.

Дробленой называют такую поверхность изделия, на которой имеется множество мелких криволинейных площадок с большим радиусом кривизны, которые при пересечении образуют грани. Данный вид брака появляется или при работе на предельной мощности привода шлифовального круга, или при недостаточной жесткости шпинделя шлифовальной бабки и слабом закреплении изделия на столе станка, а также при работе затупленным кругом.

Контроль прижога, риска, дробления

Данный вид брака в основном проверяется на-глаз, по внешнему осмотру. Каких-либо вещественных эталонов качества непосредственно у шлифовщика не имеется. В особо важных случаях поверхность проверяется под микроскопом, а также может быть сверена с эталоном. Деталь даже с малым прижогом, как правило, бракуется. В шарикоподшипниковой промышленности для выявления прижогов на поверхностях шариков и колец большое распространение получил метод протравки кислотами.¹

V. Нероответствие геометрических форм

1. Непараллельность плоскостей может появиться в результате забоин, неровностей и грязи на поверхности магнитной плиты, неточности применяемых приспособлений или неправильной установки в них изделий, а также непараллельности направляющих стола к поверхности магнитной плиты.

2. Вогнутость и выпуклость. Этот вид брака появляется в результате неровностей и забоин на обрабатываемом изделии и магнитной плите, а также из-за неисправности магнитной плиты.

Особенно выпуклость и вогнутость проявляются при шлифовке длинных и тонких изделий. Неравномерное снятие припуска с обеих сторон при шлифовке тонких изделий также может повлечь за собой их коробление. Вогнутость еще может получаться при шлифовке широкой поверхности на станке, работающем торцом круга. в результате чрезмерного наклона шлифовальной головки.

¹ См. „Подшипник“ №№ 2, 7-8, 1940 г.

3. Несоблюдение углового расположения поверхностей. Этот вид брака может появиться в результате неточности приспособления и невнимательности рабочего при установке.

Метод контроля, контрольно-измерительные инструменты и приборы

В практике наших заводов для контроля размеров применяются как простые, так и сложные инструменты и приборы. Остановимся на наиболее характерных.

1. Проверка основных геометрических размеров детали производится, главным образом, микрометром и скобами. При более точных работах применяется миниметр, часто устанавливаемый на станине станка. Установка миниметра на нуль производится при помощи контрольных плиток. Грубая установка производится

вручную перемещением кронштейна по колонке подставки. Точная установка осуществляется подъемом или опусканием стола.

На измерение детали обычно расходуется значительное время, почему дальнейшее усовершенствование процессов измерения должно быть направлено к осуществлению контроля размера во время процесса шлифования.

При изготовлении большой партии изделий рекомендуется первые изделия изготовлять на верхнем пределе допуска. При дальнейшей обработке на плиту рядом с заготовкой становится уже обработанное изделие или специальный образец. Детали шлифуются до тех пор, пока круг не коснется контрольного изделия или образца. Для удобства наблюдения за моментом контакта круга с контрольным из-

делием, последнее должно быть уложено так, чтобы риски от обработки не совпадали с ранее полученными рисками при шлифовании. Такой прием работы возможен лишь при грубом шлифовании. При точных работах применяется миниметр, укрепленный на станине станка, как показано на рис. 42.

2. Контроль плоскостности производится методом световой щели. Способ заключается в том, что на контролируемую плоскость накладывают острым ребром лекальную линейку и наблюдают просвет, получающийся между плоскостью и линейкой. При значительной длине изделия контроль плоскостности производится с помощью специального приспособления с индикатором,

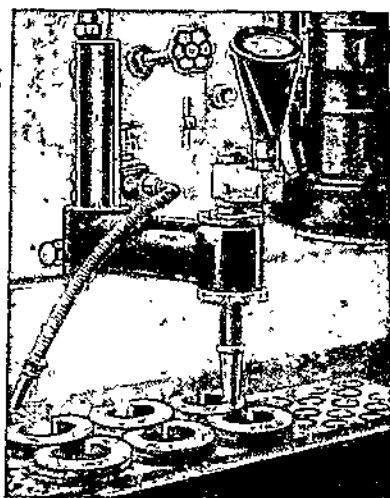


Рис. 42.

как показано на рис. 43, или при помощи щупа. В последнем случае на контролируемую поверхность накладывают линейку и зазор измеряют щупом в разных точках по длине изделия.

3. Контроль параллельности производится путем промера микрометром или другим мерительным инструментом, как указано в п. 1. Контроль параллельности внутренних стенок (например, боковые стороны паза), в зависимости от степени точности, производят: шаблоном, контрольными плитками, оптиметром, а параллельность дна паза к наружной поверхности — глубомером.

4. Контроль углового профиля. Контроль перпендикулярности как при внутренних углах, так и при наружных производится с помощью угольника. При обработке с повышенной точностью прибегают к оптическому угломеру. Контроль любого углового профиля производится: 1) шаблоном, 2) простым угломером (точность до 1°), универсальным, а также оптическим угломером Цейса (точность до $5'$), 4) набором угловых плиток (точность до $1'$).

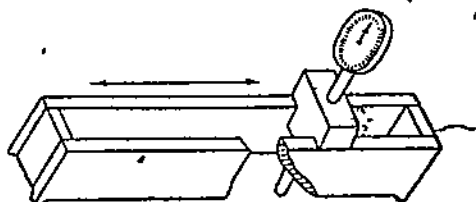
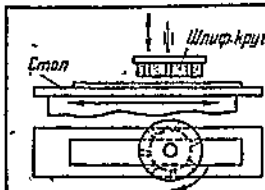
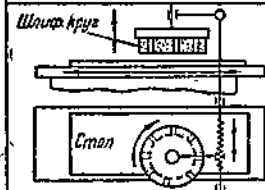
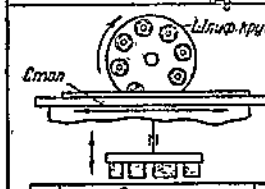
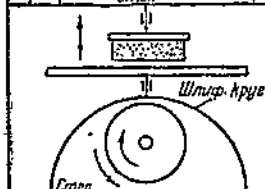
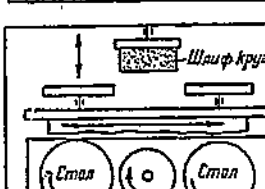


Рис. 43.

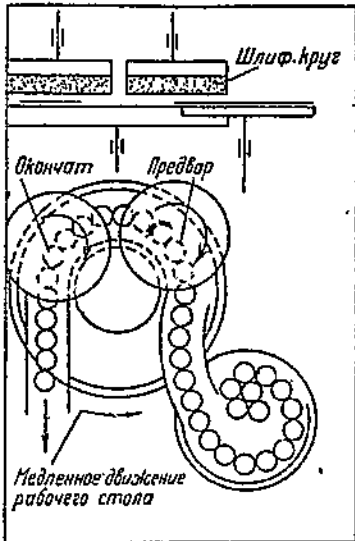
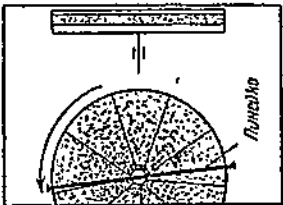
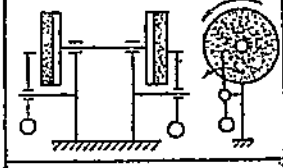
При проверке углов с помощью угольника, шаблонов и угловых плиток, наблюдают за световой щелью. Особое внимание необходимо уделять постоянству источников света, так как слишком яркое освещение может увеличивать кажущуюся ошибку, а недостаточное освещение, наоборот, может уменьшить ее. При более точных работах рекомендуется пользоваться угольником, имеющим скошенное с двух сторон ребро, так как прилегающее к детали ребро шириною, напр., 4—5 мм затрудняет наблюдение, особенно когда щель мала.

№ по пор.	Класс	Тип станка	Схема станка	Способ работы	Расположение шпинделя	Форма стола	Движение стола
1	I	П 1	А 	Торцы сегментного или концевового круга	Вертикальное	Прямоугольная	Возвратно-поступательное
2	с	П 2	Б 				
3	с	П 3	В 		Горизонтальное		
4	а	К 1	Г 		Вертикальное	Круглая	Вращательное
5	к	К 2	Д 				

¹ Под поперечной подачей понимается величина перемещения шлифкруга или стола периферией круга эта подача направлена параллельно оси шпинделя, а при торцевом

Осуществле- ние подачи ¹		Особенности станка	Область применения
На глу- боку	Попе- речная		
Опусканием шлифовальной бабки	Отсутствует	Эти станки наиболее полно ох- ватывают разновидность деталей, под- вергающихся плоскому шлифованию. Ширина шлифования ограничивается диаметром шлифовального круга.	Применяются, главным образом, для черного шлифования, т. е. когда требуется снять значительный припуск. Можно применять для об- работки деталей всех классов, если не требуется обработка поверхно- стей криволинейного и фигурного профиля.
	Перемещением го- ловки по traverse	Отличие от станков П J: 1) Ширина шлифования может быть больше диаметра круга, так как имеется поперечное перемещение шлифовальной бабки. 2) Большая жесткость из-за рас- положения шлифовальной бабки между двумя опорами.	Та же, что и у станков П I.
Перемещением шлифовальной бабки	Отсутствует	Станки имеют шлифовальные круги большого диаметра, позво- ляют обрабатывать крупные детали.	Применяются преимущественно для черновой обработки крупных деталей классов П, Ш, У.
Опусканием шлифовальной бабки	Отсутствует	Движение изделия круговое; станки предназначены как для чер- новой, так и для чистовой шлифовки.	Применяются для шлифовки дета- лей класса Т, а также мелких дета- лей классов П и Ш.
		Станок оборудован двумя круг- лыми столами, что дает возможность, работая на столах поочередно, про- изводить установку и снятие деталей во время работы станка.	Та же, что и у станков К-I.

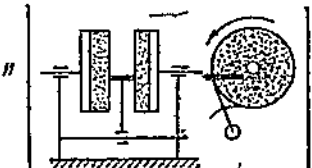
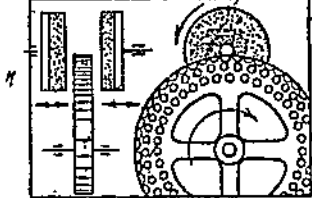
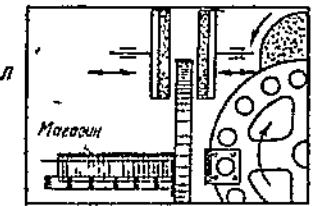
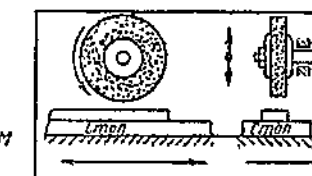
в плоскости шлифования перпендикулярно к направлению движения изделия. При работе шлифованной — перпендикулярно оси шпинделя.

№ по пор.	Класс	Тип станка	Схема станка	Способ работы	Расположение шпинделя	Форма стола	Движение стола
6	И	К 3		Торцев кольцевого круга	Вертикальное	Крутая	Медленное прismatic
7	И	Д 1		Торцев дискового круга		Стол служит абразивный диск	Деталь удерживается от вращения и боковой, либо ускорен в линейку
8	К	Д 2		Торцев дискового круга	Горизонтальное	Стол служит подручник	Подручник имеет канальное движение

¹ Под поперечной подачей понимается величина перемещения шлифовального круга или работы периферии круга эта подача направлена параллельно оси шпинделя, а при торцевом

Осуществле- ние подачи ¹		Особенности станка	Область применения
На глу- бину	Попе- речная		
Опусканием шлифовальных бабок		Встречаются с одной и двумя шлифовальными бабками; работа беспрерывная. Припуск снимается за один проход детали под кругом.	Применяются для обработки мелких и средних деталей классов Тп III в массовом производстве.
Собственным ве- сом или нажатием руками	Вручную	Шлифовальный диск является одновременно инструментом и стол. Крупные детали обрабатываются под давлением собственного веса, легкие прижимаются к кругу руками.	Станки предназначены для грубых обдирочных работ, когда не предъявляется особых требований к параллельности сторон. Основные требования — снятие неровного поверхностного слоя и создание ровной плоскости. В большинстве случаев на этих станках обрабатываются отливки.
Поперечным пере- мещением подруч- ника	Отсутствует	Станки имеют горизонтальный шпиндель, на концах которого укреплены дисковые круги. На станке могут одновременно работать два рабочих. Обрабатываемая деталь крепится на качающемся подручнике. Станок обеспечивает перпендикулярность обрабатываемых поверхностей.	Предназначается также, как и станки Д I, для грубого обдирочного шлифования деталей с перпендикулярно расположенными обрабатываемыми поверхностями главным образом класса У.

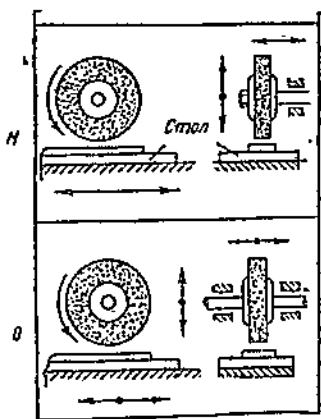
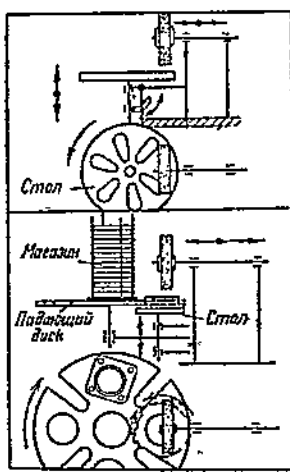
стола в плоскости шлифования перпендикулярно к направлению движения шпинделя. При шлифовании — перпендикулярно оси шпинделя.

№ по Риф.	Класс	Тип станка	Схема станка	Способ работы	Расположение шпинделя	Форма стола	Движение стола
9	Г	Д 3		Торцевым дисковым кругом	Горизонтальное	Стол служит подручник, подручник.	Подручник имеет качательное движение
10	С	Д 4					
11	К	Д 5					
12 ¹	П	П 1		Периферийного круга		Прямоугольная	Возвратно-поступательное

¹ Под поперечной подачей понимается величина перемещения шлифовального круга или периферийного круга эта подача направлена параллельно оси шпинделя, а при торцевой

Осуществле- ние подач ¹		Особенности станка	Область применения
На глу- бину	Попе- речная		
Сближением шлифовальных головок		Станки имеют два шпинделя. Дисковые или кольцевые круги одновременно обрабатывают две противоположные стороны детали. Расстояние между кругами регулируется подвижной бабкой. В рабочей зоне между кругами помещается качающийся подручник для крепления детали.	Станки используются для одновременного чернового шлифования деталей с двух сторон. На них могут быть обработаны мелкие детали всех классов за исключением класса У. Для деталей класса Т подручник заменяется диском с гисадами для деталей.
		Станки принципиально ничем не отличаются от станков ДЗ, но снабжены подающими механизмами и загрузочными магазинами и работают автоматически. В конструктивном отношении эти механизмы выполняются либо в виде медленно вращающихся барабанов с гисадами для деталей, либо в виде магазинных устройств с вертикальными или горизонтальными магазинами.	Станки высокопроизводительны; ввиду узкой специализации применяются исключительно в массовом производстве. Служат главным образом для обработки мелких и средних деталей класса Т.
Опусканием шлифовальной бабки	Перемещением стола	Станки имеют небольшие габаритные размеры и обладают незначительной мощностью (1—3 кат). Предназначаются для чистовой и окончательной обработки.	Применяются для чистовой шлифовки деталей всех классов, за исключением класса Т, и во всех случаях, когда требуется повышенная точность обработки, а также для черновой шлифовки деталей с постоянным фигурным и переменным поперечным сечениями, которые из-за сложного профиля не могут быть обработаны на торцевых шлифовальных станках.

стола в плоскости шлифования перпендикулярно к направлению движения изделия. При работе шлифовании — перпендикулярно оси шпинделя.

№ по пор.	Класс	Тип станка	Схема станка	Способ работы	Расположение шпинделя	Форма стола	Движение стола				
13	К л а с с и ч е с к и й	П 2		П е р е с е к а ю щ и й	Г о р и з о н т а л ь н о е	П р я м о у г о л ь н а я	В о з в р а т н о - п о с т у п а т е л ь н о е				
14		П 3									
15		К 1									
16		К 2									

* Под поперечной подачей понимается величина перемещения шлифовального круга или работы периферийной круга, эта подача направлена параллельно оси шпинделя, а при торцевом

Осуществление подачи		Особенности станка	Область применения
На главную	Поперечная		
Опускание шлифовальной бабки	Перемещением шлифовального супорта по направляющим	Станки более крупные, чем П I, и предназначены для обработки длинных деталей. Поперечная подача осуществляется перемещением шлифовальной бабки.	Та же что и станков П, I.
	Перемещением шлифовального супорта по направляющим	Особенностью станка является повышенная жесткость. Шлифовальный круг помещается между двумя опорами, что ведет к уменьшению прогиба шпинделя под нагрузкой. Строятся крупных и средних размеров и обладают обычно значительной мощностью.	Применяются для обработки деталей классов Ш, П и У при повышенных требованиях к качеству обрабатываемой поверхности.
Подъем стола	Возвратно-поступательным движением шлифовального супорта	Кроме вращательного движения круг имеет еще возвратно-поступательное движение по радиусу стола. Станки позволяют обрабатывать внутренние и внешние конусы в пределах до 10°, что достигается посредством поворота стола на соответствующий угол.	Применяются для шлифовки деталей класса Т и мелких деталей класса Ш простого, прямолинейного профиля.
	Возвратно-поступательным движением шлифовального супорта	Станки автоматического действия. Снабжены загрузочным магазином и подающим механизмом. Последний выполнен в виде диска с отверстиями для деталей. Диск, периодически поворачиваясь на один и тот же угол, захватывает из магазина изделия и подает на вращающийся стол под шлифовальный круг. Готовое изделие из-под круга выбрасывается.	Применяются в массовом и крупно-серийном производствах для обработки мелких и средних деталей класса Т групп а, б, в, д.

стола в плоскости шлифования перпендикулярно к направлению движения изделия. При шлифовании — перпендикулярно оси шпинделя.