

Воробьев К.Г.

Ремонт металлорежущих станков

МАШГИЗ 1955



ВВЕДЕНИЕ

Технология ремонта станков в принципе не отличается от общей технологии машиностроения, но имеет свою специфику и свои трудности.

При изготовлении новых машин изготавливаются чертежи и технические условия на все детали и узлы. В ремонтном деле полного комплекта чертежей на машину в большинстве случаев нет, а имеются лишь, как правило, чертежи отдельных деталей и кинематическая схема станка. При ремонте станков одни детали не ремонтируются, другие ремонтируются, а третьи — изношенные детали — изготавливаются вновь. Таким образом, ремонтник имеет дело с тремя типами деталей.

Детали, которые не подвергаются ремонту, имеют какой-то износ, и надо быть опытным ремонтником, чтобы определить, будут ли они нормально работать в сопряжении с новыми деталями, поставленными на ремонт.

Целью ремонта, изношены больше допустимого, но с тем же ремонтированы восстановлением изношенного слоя и с тем же на новые размеры с соответствующим изменением конструкции и размеров сопряженных с ними деталей и узлов. Ремонтнику нужно ясно представить себе взаимную связь всех узлов станка, а также какие последствия повлекут за собой в общей кинематической связи те или иные отступления от нормальных условий. Для этого нужно хорошо знать работу станка и его отдельных узлов.

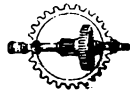
Детали, изготавливаемые взамен изношенных, — должны изготавливаться только по первоначальным размерам, хотя бы это было связано с заменой сопряженных с ними малоизношенных деталей.

Изготовление новых машин производится более или менее крупными сериями одинаковых машин, конструкция которых не изменяется длительное время. Поэтому всегда имеется возможность пользоваться приспособлениями, обеспечивающими необходимую точность обработки деталей с минимумом слесарной доводки при сборке. Ремонт же осуществляется в большей степени за счет слесарных работ. Удельный вес слесарных работ при ремонте всегда будет больше, чем в новом производстве, так как все приспособле-

ния, которыми пользуются при изготовлении деталей в новом производстве, невозможно иметь при ремонте по экономическим соображениям. Все это создает дополнительные трудности в организации и технологии ремонта.

При ремонте станка надо хорошо знать конструкцию и условия эксплуатации станка, знать способы ремонта станков и хорошо понимать конечную цель — получить отремонтированный станок в пределах обусловленных норм точности. Основой ремонтного дела должен быть не ремонт отдельных частей или узлов изолированно от станка в целом, а ремонт всего станка. Для этого надо правильно выбрать основные базы и притом такие, чтобы замеры и контроль от них были удобны для всех или для большинства узлов и чтобы эти базы были по возможности едиными. Нужно ясно представить себе, какие размеры можно изменять и какие из этих изменений могут повести к излишним работам.

Правильная подготовка ремонта зависит от качества составления дефектной ведомости, что, в свою очередь, зависит от знания лицами, составляющими дефектную ведомость и график ремонта, не только технологии ремонта и конструкций ремонтируемых станков, но и основных принципов организации ремонта. Поэтому в этой книге параллельно с изложением технологии ремонта даются указания об организации ремонта и о конструкции отдельных деталей и узлов станков в объеме, необходимом для ремонтников. При этом описание конструкций сопровождается в нужных случаях критическим анализом качества конструкций с точки зрения удобства ремонта и рациональной эксплуатации станков.





ГЛАВА I

ЧЕРТЕЖНОЕ ХОЗЯЙСТВО

1. ЗНАЧЕНИЕ ЧЕРТЕЖНОГО ХОЗЯЙСТВА

Правильная организация чертежного хозяйства играет в ремонтном деле не меньшую роль, чем в основном производстве машиностроительных предприятий.

Единой системы чертежного хозяйства в ремонтном деле пока еще нет. Однако на некоторых передовых заводах уже имеются вполне удовлетворительные системы чертежного хозяйства.

Приводимая ниже система применяется на одном из крупнейших машиностроительных заводов Урала. Эта система проверена практической работой в течение многих лет.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЧЕРТЕЖНОГО ХОЗЯЙСТВА

Все оборудование завода распределяется на группы по целевому назначению оборудования и за каждой группой закрепляется определенное количество порядковых номеров (в зависимости от количества единиц оборудования в данной группе). В дальнейшем эти порядковые номера будут служить порядковыми номерами альбомов чертежей запасных частей. Пример распределения оборудования по группам дан в табл. 1.

Каждой единице оборудования (станку, крану, прессу и т. п.) или каждой группе однотипных единиц оборудования присваивается порядковый номер из номеров, отведенных данной группе. Этот же номер присваивается «Альбому запасных частей» данного оборудования.

В «Альбоме запасных частей» включаются кинематические схемы оборудования, общие виды и узловые чертежи оборудования, рабочие чертежи деталей и спецификация деталей.

Составление «Альбома запасных частей» начинается с вычерчивания кинематических схем станка (или другого вида оборудования) и составления спецификации деталей. Рабочие чертежи составляются не на все детали оборудования, а только на детали, взятые на учет по системе ППР (планово-предупредительного ремонта),

Таблица 1

Примерное распределение оборудования по группам

Наименование группы оборудования	Номера		Наименование группы оборудования	Номера	
	от	до		от	до
Крановое оборудование	1	250	Пневматический инструмент	3601	4000
Металлорежущее оборудование	251	1500	Лабораторное оборудование	4001	4200
Оборудование для обработки сортового железа	1501	2000	Оборудование ТЭЦ	4201	4300
Деревообделочное оборудование	2001	2500	Оборудование ГГС	4301	4500
Кузнечно-прессовое оборудование	2501	3000	Транспортное оборудование	4501	5000
Оборудование литейных цехов	3001	3500	Печное оборудование	5000	5500
Насосы и вентиляторы	3501	3600	Разное оборудование	5501	—

т. е. на детали, изнашивающиеся в процессе эксплуатации и подлежащие замене или исправлению при ремонтах. На эти детали составляются эскизы и по ним выполняются чертежи. При наличии фирменных чертежей размеры деталей проверяются на месте и после этого чертежи перечерчиваются согласно установленной системе и принятым нормалам.

Каждая деталь в альбоме получает свой порядковый номер. Порядковый номер дается по кинематической схеме в порядке расположения деталей и узлов. В конце перечня деталей каждого кинематического узла в спецификации оставляется несколько свободных порядковых номеров в зависимости от количества деталей, на которые не составлялись эскизы при первой эскизировке. Детали каждого следующего узла получают нарастающий порядковый номер. Единица оборудования, на которую составляется эскиз, не связывается с цехом, где производится эскизировка, а рассматривается самостоятельно.

Полный номер каждой детали составляется из двух чисел: числа, обозначающего номер альбома, и числа, обозначающего порядковый номер детали по спецификации. Номер альбома ставится впереди, а номер детали после него через тире. Например, на заводе имеется 15 однотипных токарных станков ДИП-300, расположенных в разных цехах завода. Металлорежущим станкам, согласно таблице распределения, отведены порядковые номера в пределах от 251 до 1500. Допустим, что альбому токарных станков модели ДИП-300 присвоен номер 350, а данной детали номер по спецификации — 25, тогда номер данной детали 350—25. Этот номер будет единым обозначением

нием данной детали на всех документах (технологической карте обработки, расценочной карте, карточке хранения детали в кладовой, при маркировке самой детали, моделей на складе и т. д.).

Номер спецификации получается путем прибавления к номеру альбома нуля (0). Этот нуль отделяется от числа, обозначающего номер альбома, через тире. В графе, расположенной выше, ставится порядковый номер листа спецификации в зависимости от количества листов, на которых расположена спецификация. Для рассматриваемого «Альбома запасных частей станка ДИП-300» номер спецификации будет 350—0.

Нумерация схем и узловых чертежей производится так же, как и деталей, с той разницей, что перед порядковым номером схемы или узла ставится нуль. Номера узлов для нашего примера будут: 350—01, 350—02 и т. д.

Таким образом, схемы и узловые чертежи имеют общую порядковую нумерацию. Как правило, сначала нумеруются схемы, а затем узловые чертежи.

Нумерация таблиц, на которых помещено несколько деталей, производится по одной из деталей. В самой же таблице детали должны иметь свои порядковые номера.

Кроме номера детали, в трафарете чертежа ставится второй номер с шифром М, обозначающий порядковый номер чертежа и учитывающий общее количество чертежей, выпущенных конструкторским бюро, обслуживающим ремонтные цехи.

В трафарете чертежа, где пишется наименование оборудования, обязательно указывается инвентарный номер агрегата — станка, на который составляются эскизы, так как часто однотипные станки имеют расхождение в размерах деталей и даже в самих деталях. Поэтому прежде чем пользоваться альбомом, нужно сверить его со станком и, если все размеры и детали совпадают, то добавить на чертеже инвентарный номер проверенного станка. Так, постепенно в альбоме соберутся все инвентарные номера однотипных станков.

Если имеется незначительное расхождение в размерах или деталях, то каждая имеющая отклонение деталь получает свой номер чертежа. Этот номер отличается от номера аналогичной детали добавлением буквы к номеру детали (например, 350—25а), а в графе «Наименование оборудования» указывается инвентарный номер станка, для которого годен данный чертеж.

При больших расхождениях деталей для данного станка составляется свой альбом. Детали, которые имеют расхождения с ранее выпущенным альбомом, оформляют и нумеруют обычным порядком. При записи в спецификации деталей, тождественных с деталями ранее изготовленного альбома, в графе «номер чертежа» ставится номер чертежа, присвоенный данной детали в ранее изготовленном альбоме.

По этим номерам подбираются чертежи в новый альбом. Например, червячная шестерня редуктора малого подъема крана грузо-

подъемностью 80/20 т имеет номер 153—30. Это значит, что чертеж этой шестерни помещен в альбоме 153 и имеет порядковый номер детали 30. При эскизировке другого крана грузоподъемностью 20/5 т оказалось, что червячная шестерня большого подъема имеет точно такие же размеры, как и шестерня 153—30, а номер детали по спецификации в альбоме крана 20/5 т определен 45. Вычерчивать новый чертеж на совершенно одинаковую деталь не имеет никакого смысла, поэтому в сводной спецификации против детали 45 в графе «номер чертежа» ставится 153—30. Этот чертеж и подбирается в альбоме крана 20/5 т.

Чертежи для альбомов запасных частей должны выпускаться по системе «деталь—чертеж», т. е. на каждом формате должна быть вычерчена только одна деталь, схема или узел.

Размеры форматов чертежей должны соответствовать ГОСТ 3450—52, в пределах которого можно рекомендовать применение следующих форматов:

а) для чертежей — форматы 576×814; 407×576; 288×407; 203×288; 144×203;

б) для спецификаций — форматы 203×288; 288×407; 288×814.

На сделанных по эскизам чертежах деталей оборудования должны быть поставлены по установленной системе все номинальные размеры деталей, допуски и посадки, а также даны указания о качестве рабочих поверхностей и прочности.

Определение марок материала деталей, если не имеется чертежей завода-изготовителя станка, производится в основном расчетным путем и испытанием твердости по Бринеллю, а в необходимых случаях — путем лабораторных исследований. Марка материала и характер термической обработки проставляется на чертеже согласно нормам, принятым на заводе.

Все материалы по лабораторным исследованиям фирменных деталей концентрируются в конструкторском бюро главного механика и на их основе разрабатываются инструкции по подбору марок материалов для различных деталей оборудования и их термической обработке. Детали, для изготовления которых требуется сложный и специальный инструмент, желательно переконструировать, согласовав новую конструкцию с заводским нормальным инструментом. Чертежи переделанной конструкции, как правило, в альбом не включаются и хранятся в конструкторском бюро в особой папке за номером этого же агрегата. После того как новая конструкция покажет хорошие результаты в эксплуатации, она закрепляется за агрегатом как основная и вводится в альбом запасных деталей.

Нумерация деталей переделанных конструкций состоит из двух чисел — номера альбома, который присвоен данному агрегату, и номера детали с литерой Н (новая конструкция).

Чертежи-синьки (светокопии) альбомов запасных частей брошируются в особые папки-альбомы со скоросшивателями. В начале альбома подшиваются спецификации, дальше идут кинематические

схемы, затем узловые чертежи и, наконец, в порядке возрастания номеров — чертежи деталей. На корочках альбома пишется характеристика агрегата, а на корешках — номер альбома.

Альбомы хранятся в конструкторском бюро и у механиков цехов. Один экземпляр альбома хранится в конструкторском бюро, который служит контрольным для различных справок: ни одна синька из него не может быть вынута для оперативных целей.

Кальки чертежей хранятся в архиве при отделе главного механика и выдаются только для снятия светокопии и внесения исправлений. Исправления чертежей, необходимые для проведения капитального ремонта отдельных деталей, наносятся только на синьках, причем для деталей, изготовляемых из поковок, синьки делают в четырех экземплярах, а для литых деталей — в пяти экземплярах. Один из этих экземпляров идет в контрольную папку, которая должна отражать действительное состояние размеров, материалов и термической обработки деталей после капитального ремонта.

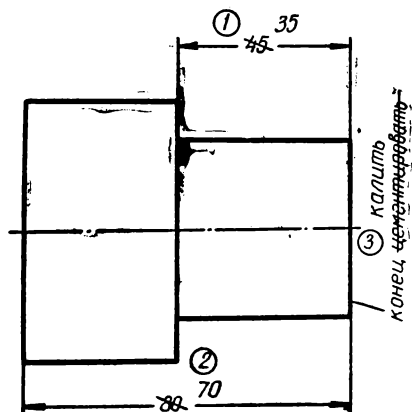
Мастера и механики цехов в процессе ремонта не имеют права вносить какие-либо изменения или добавления в чертежи, выпущенные конструкторским бюро. Все изготовленные детали должны приниматься ОТК в строгом соответствии с чертежами.

При сдаче отремонтированного агрегата механику цеха одновременно сдается и контрольная папка синек со всеми исправлениями. Все синьки должны быть подшиты в скоросшивателе, который хранится у механика цеха. В контрольную папку подшивается копия дефектной ведомости и акт сдачи станка ОТК. На корочке контрольного альбома конструкторского бюро ставится инвентарный номер станка, дата и пометка «прошел капремонт».

При следующем капитальном ремонте того же агрегата контрольная папка берется у механика и снова возвращается ему с изменениями и исправлениями после окончания ремонта.

Во время текущих ремонтов, когда ремонт проходит помимо конструкторского бюро, все изменения на синьках делает конструктор при механике цеха, причем один экземпляр измененного чертежа вкладывается в контрольную папку.

Исправление ошибок в чертежах или необходимые по ходу изготовления деталей изменения считаются правильными лишь при соблюдении следующих условий.



Фиг. 1. Порядок исправлений на чертеже.

1. Исправления в чертежах и спецификациях на кальках и синьках должны наноситься тушью и только в исключительных случаях допускаются исправления на синьках чернилами.

2. Старший конструктор перед внесением исправления проверяет, все ли синьки налицо и делает исправления одновременно на всех выпущенных синьках, в том числе и в контрольных альбомах.

3. Одновременно с исправлением синьки делается исправление и в кальках.

4. Если требуется старую конструкцию детали заменить новой или, если в кальке так много исправлений, что ее нужно перечерчивать, то старая калька аннулируется, а синька уничтожается.

5. При аннулировании калька зачеркивается под углом 45° словом аннулировано, ставится дата и подпись. В правом углу гранки внизу ставится: «Заменена чертежом № » и дата замены.

6. Все изменения на кальке и на синьке чертежей и спецификаций производятся перечеркиванием ненужных размеров, подписей и линий и нанесением новых.

7. Перечеркивание производится так, чтобы перечеркнутый размер и подпись легко можно было прочесть.

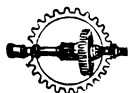
8. Рядом с исправлением в кружке ставится порядковый номер исправления (фиг. 1).

9. Размеры, которые после исправления не соответствуют масштабу, подчеркиваются жирной линией.

10. Все исправления заносятся в имеющийся на чертеже штамп «Отметка изменений». Штамп изменений ставится на свободном месте чертежа.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как организуется чертежное хозяйство?
2. Почему из контрольного альбома чертежей нельзя брать синьки для оперативных целей?
3. Для чего служит контрольная папка чертежей?
4. Почему у однопипных станков чертежи деталей проверяют с натурой?
5. Как вносятся исправления в чертежи?





ГЛАВА II

ЧИСТОТА ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ, ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

1. ПОНЯТИЕ О ЧИСТОТЕ ПОВЕРХНОСТИ

Поверхности деталей после механической обработки не получают идеально гладкими, они носят на себе следы проходившего по ним режущего инструмента и другие неровности в виде возвышений (гребешков) и углублений (рисок), т. е. поверхность получается шероховатой.

Шероховатость различается продольная и поперечная. Продольной шероховатостью называется шероховатость, располагающаяся в направлении резания, а поперечной — шероховатость, располагающаяся в направлении подачи, т. е. перпендикулярно направлению резания.

Поперечная шероховатость, как правило, больше продольной, а поэтому степень шероховатости поверхности обычно определяют по поперечной шероховатости. Часто шероховатость поверхности называют микрогеометрией поверхности. Чистота поверхности определяется высотой гребешков. Чем меньше высота гребешков, тем поверхность считается чище.

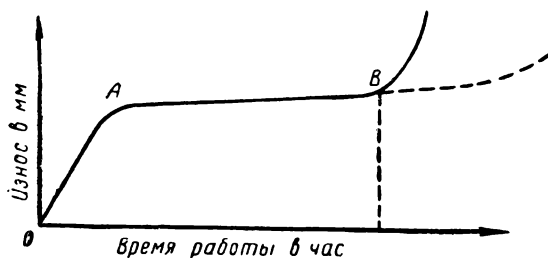
Чистота поверхности очень сильно влияет на прочность и долговечность работающих деталей. Особенно это относится к тем случаям, когда сопряженные детали работают на трение, например, втулки и шейки вала.

Как известно, при работе деталей на трение между трущимися поверхностями находится слой смазки. Если на поверхности втулки или шейки вала имеются высокие гребешки, то острия гребешков разрывают слой смазки и работа трения происходит всухую, вследствие чего вершины гребешков быстрее изнашиваются. От этого поверхность трения увеличивается, условия смазки улучшаются и износ становится более медленным.

Это видно из фиг. 2, где по вертикальной линии отложен износ трущейся поверхности, а по горизонтальной — время работы тру-

щихся деталей. Вначале на участке OA износ идет быстро — снашиваются острые вершины гребешков, а затем на участке AB износ нарастает медленно, так как на этом участке гребешки уже сработаны и слой смазки не нарушается, т. е. происходит нормальная работа трущейся пары.

После некоторого времени нормальной работы износ может резко возрасти до такой величины, что дальнейшая работа окажется невозможной вследствие порчи трущихся поверхностей. Такой износ называется катастрофическим. Однако катастрофический износ наступает не всегда. Иногда износ нарастает медленно в течение всего



Фиг. 2. Зависимость износа поверхности от времени.

срока службы детали, как показано на фиг. 2 пунктиром. Тот или иной вид износа зависит от очень многих причин, которые здесь не приводятся.

Время, в течение которого происходит истирание вершины гребешков, называется временем приработки трущейся пары. Поскольку во время приработки

временами наблюдается сухое трение, этот процесс следует вести осторожно, с небольшими нагрузками, в противном случае возможны задиры и порча поверхностей трения. Поэтому вновь собранная машина не должна запускаться сразу на рабочих режимах и полной нагрузке. Ее вначале необходимо обкатать на холостом режиме и на пониженных скоростях. После приработки новых поверхностей трения можно постепенно увеличивать скорость и нагрузку. Приработку можно считать оконченной лишь тогда, когда все поверхности трения (подшипники) примут нормальную температуру и эта температура не будет иметь колебаний в сторону повышения.

Чем чище обработана поверхность, тем скорее она прирабатывается и тем тоньше слой металла, изнашиваемый в процессе приработки, а следовательно, тем дольше срок службы поверхности.

Определенным условием работы трущейся пары (давление, род смазки, скорости т. п.) соответствует вполне определенная чистота поверхности.

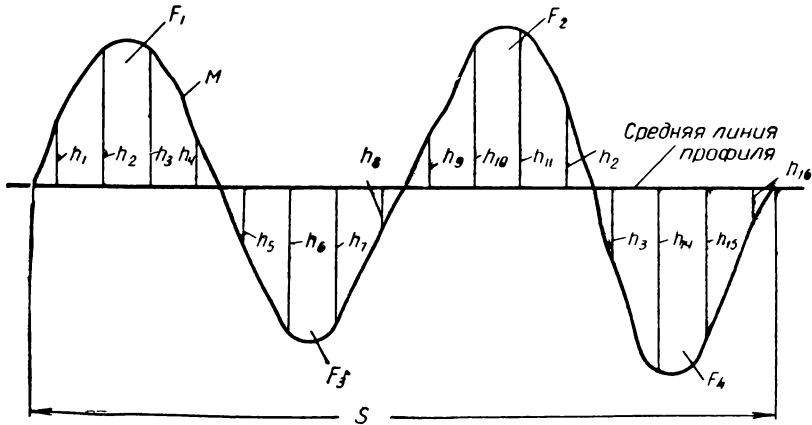
Это означает, что поверхность, обработанная более чисто, чем требуется, в процессе приработки и дальнейшей работы может принимать большую шероховатость.

Следовательно, дополнительная работа, затраченная на придание поверхности излишней чистоты, оказывается напрасной.

2. КЛАССЫ ЧИСТОТЫ ПОВЕРХНОСТИ

В СССР чистота поверхности регламентируется ГОСТ 2789—51.

По этому стандарту установлено 14 классов чистоты поверхности (табл. 2). Чистота поверхности определяется высотой гребешков, измеренной в микронах. Стандарт устанавливает два вида замеров



Фиг. 3. Схема профиля поверхности.

Классы чистоты по ГОСТ 2789—51

Таблица 2

Класс	Обозначения	Высота гребешков $H_{ск}$ в мк	Высота гребешков $H_{ср}$ в мк
1	▽ 1	100 —50	200 —125
2	▽ 2	50 —25	125 — 63
3	▽ 3	25 —12,5	63 — 40
4	▽▽ 4	12,5 —6,3	40 — 20
5	▽▽ 5	6,3 —3,2	20 — 10
6	▽▽ 6	3,2 —1,6	10 —6,3
7	▽▽▽ 7	1,6 —0,8	6,3 —3,2
8	▽▽▽ 8	0,8 —0,4	3,2 —1,6
9	▽▽▽ 9	0,4 —0,2	1,6 —0,8
10	▽▽▽▽ 10	0,2 —0,1	0,8 —0,5
11	▽▽▽▽ 11	0,1 —0,05	0,5 —0,25
12	▽▽▽▽ 12	0,05 —0,025	0,25—0,12
13	▽▽▽▽ 13	0,025—0,012	0,12—0,06
14	▽▽▽▽ 14	0,012—0,000	0,06—0,00

высоты гребешков: $H_{ск}$, что означает так называемое среднее квадратичное отклонение неровностей, и $H_{ср}$ — средняя высота неровностей.

Среднее квадратичное отклонение представляет собой следующее.

Допустим, что мы имеем разрез поверхности детали, сделанный поперек направления гребешков (фиг. 3), тогда очертания гребешков дадут нам изгибающуюся вверх и вниз кривую линию M . На этой кривой линии нужно найти такую среднюю линию, которая проходила бы так, чтобы сумма площадей, расположенных вверх от нее ($F_1 + F_2$), равнялась сумме площадей, расположенных вниз от средней линии ($F_3 + F_4$), т. е., чтобы:

$$F_1 + F_2 = F_3 + F_4.$$

Теперь разделим длину рассматриваемого участка S поверхности на несколько равных частей (в нашем случае на 16) и в точках деления восстановим перпендикуляры до пересечения с линией профиля гребешков ($h_1, h_2, h_3, \dots, h_{16}$). Измерив высоту полученных отрезков, возведем полученные числа в квадратную степень и, сложив их, получим сумму квадратов измеренных высот, т. е.:

$$h_1^2 + h_2^2 + h_3^2 + \dots + h_{16}^2 = Q.$$

Если теперь разделим Q на число отрезков, т. е. на 16, то получим так называемый средний квадрат всех замеренных высот:

$\frac{Q}{16} = h_{ср}^2$. Извлекая квадратный корень, получим среднее квадратичное отклонение, т. е.:

$$H_{ск} = \sqrt{h_{ср}^2}$$

Величина $H_{ср}$ представляет собой полную высоту гребешков, измеряемую от дна впадин до вершин гребешков. $H_{ср}$ определяется как среднее арифметическое высот гребешков.

Для оценки чистоты поверхности существуют приборы, но на практике обычно пользуются эталонами чистоты, с которыми сравнивают чистоту поверхности обрабатываемой детали. Приборами замеряют чистоту поверхности обычно в том случае, когда сравнение по эталону вызывает сомнение в правильности отнесения данной поверхности к определенному классу чистоты. Одни из этих приборов (профилометры) определяют $H_{ск}$ другие, например, микроскоп акад. Линника, $H_{ср}$.

В табл. 3 приводятся показатели чистоты поверхности, достигаемые при различных способах обработки.

В табл. 4 приводятся данные ЭНИМС о назначении классов чистоты для некоторых поверхностей деталей станков, а в табл. 5 — примеры назначения классов чистоты в зависимости от классов точности обрабатываемых поверхностей.

Чистота поверхности при различных методах обработки

Метод обработки	Классы чистоты													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сверление в целом металле	0	0	0											
Зенкерование: черновое			0	0	0									
чистовое				0	0	0								
Точение, строгание, расточка: черновое	0	0	0											
чистовое				0	0	0								
Полирование широкими пружинящими резцами . .							0	0	0					
Тонкое точение и растачивание							0	0	0	0				
Фрезерование: черновое	0	0	0	0										
чистовое					0	0	0							
Развертывание: однократное				0	0	0								
чистовое					0	0	0							
тонкое							0	0	0					
Протягивание: черновое					0	0								
чистовое							0	0						
отделочное									0	0				
Шлифование: черновое						0	0							
чистовое								0	0					
тонкое									0	0				
Притирка: грубая									0					
чистовая										0	0			
тонкая												0	0	0
Хонингование: предварительное									0	0				
окончательное											0	0	0	
Суперфиниш: чистовой										0	0			
отделочный												0	0	

Чистота обработки поверхностей деталей станков

Вид поверхности	Расположение поверхности	Характер соединения поверхностей	Типовые поверхности деталей станков	Детали станков	Способ обработки	Класс чистоты по ГОСТ
Цилиндрические поверхности	Наружные охватываемые поверхности (валы)	Вращение	Опорные шейки и цапфы в подшипниках скольжения (подвижные посадки 2 класса точности)	Шпиндели шлифовальных станков Шпиндели токарных станков Валы, оси Борштанги в неподвижных направляющих Вращающиеся втулки Пальцы, оси, цапфы (неподвижные)	Отделочное шлифование Шлифованные круглые " "	▽▽▽ 9
						▽▽▽ 8
						▽▽▽ 8
						▽▽▽ 8
						▽▽▽ 8
						▽▽▽ 8
	Наружные охватываемые поверхности (валы)	Поступательное перемещение	Цилиндрические направляющие в корпусных и других незакаленных деталях	Шпиндели задних бабок, направляющие гильзы сверлильных и точных станков Направляющие валы и скалки Поршни гидравлических цилиндров Золотники Золотники	Шлифованные круглые Притирка Шлифованные круглые	▽▽▽ 8
						▽▽▽ 8
						▽▽▽ 9
						▽▽▽ 8
						▽▽▽ 9
						▽▽▽ 8
Валы	Поступательное перемещение	Цилиндрические направляющие в стальных закаленных деталях	Фиксаторы Борштанги во вращающихся втулках Ходовые валы	Притирка Шлифованные круглые Бесцентровое шлифование	▽▽▽ 9	
					▽▽▽ 8	
					▽▽▽ 7	
	Поступательное перемещение	Цилиндрические направляющие в уплотнениях и сальниках Цилиндрические направляющие в регулируемых вкладышах	Штоки гидроцилиндров	Бесцентровое шлифование	▽▽▽ 7	
					Долбяки зубодолбежных станков	Шлифованные круглые
			Базированные съемные детали	Центрирующие и базовые шейки для съемных деталей и инструмента		
▽▽▽ 8						
▽▽▽ 8						

Таблица 4 (продолжение)

Вид поверхности	Расположение поверхности	Характер соединения поверхностей	Типовые поверхности деталей станков	Детали станков	Способ обработки	Класс чистоты по ГОСТ
Цилиндрические поверхности	Валы	Неподвижные соединения	Шейки и цапфы под посадку подшипников качения	Шпиндели Валы, оси, пальцы и др. детали	Шлифованные круглые	▽▽▽ 8 ▽▽▽ 8
		Неподвижные соединения	Шейки и цапфы под посадку других неподвижно соединяемых деталей	Шпиндели Валы, оси, пальцы и др. детали Вкладыши, втулки подшипников скольжения Втулки, ступицы и др. детали	Шлифованные круглые	▽▽▽ 8 ▽▽▽ 8 ▽▽▽ 8 ▽▽▽ 8
	Внутренние охватывающие поверхности (отверстия)	Вращение	Опорные поверхности для валов в подшипниках скольжения	Статоры	Шлифованные внутреннее	▽▽▽ 8
		Поступательное вращение	Направляющие отверстия в корпусных деталях и др. закаленных деталях	Задние бабки, каретки и др. корпусные детали Гидроцилиндры с поршневыми кольцами Гидроцилиндры с кожаными манжетами	Развертывание	▽▽ 6
					Притирочное шлифование Расточка	▽▽▽ 9 ▽▽ 6
		Неподвижные соединения	Направляющие отверстия в закаленных деталях	Направляющие втулки фиксаторов Вращающиеся направляющие втулки для борштанг	Шлифованные внутреннее	▽▽▽ 8 ▽▽▽ 8
					Расточка	▽▽ 6 ▽▽ 6
	Отверстия под посадку подшипников качения Отверстия под посадку подшипников скольжения		Станины, бабки, коробки и др. корпусные детали Фланцы, гильзы и другие детали Бабки, коробки и др. корпусные детали Гильзы, стаканы	Расточка		▽▽ 6 ▽▽ 6 ▽▽ 6 ▽▽ 6

Таблица 4 (продолжение)

Вид поверхности	Расположение поверхности	Характер соединения поверхностей	Типовые поверхности деталей станков	Детали станков	Способ обработки	Класс чистоты по ГОСТ
Цилиндрические отверстия	Отверстия	Неподвижные	Отверстия под посадку других неподвижных деталей	Станины, бабки и др. корпусные детали Фланцы, гильзы и др. детали	Расточка	▽▽ 6
						▽▽ 6
Конические поверхности	Наружные охватываемые поверхности	Вращение	Опорные шейки и цапфы в подшипниках скольжения	Шпиндели токарных станков	Шлифованное круглое	▽▽▽ 8
						Базировочные съемные детали
		Неподвижные соединения	Шейки и цапфы под посадку неподвижно соединенных деталей	Валы, конусы под посадку шкивов Контрольные шпильки	▽▽▽ 8	
					▽▽▽ 8	
Плоскости	Плоскости	Поступательное движение	Плоские направляющие	Станины, колонны и др. детали Супорты, салазки др. детали Клинья, планки Лопатки гидронасосов	Шлифованное плоское	▽▽ 6
						▽▽ 6
		Вращение	Опорные торцы вращающихся деталей	Детали гидронасосов (роторы) Детали гидронасосов (диски)	Шлифованное торцевое Торцевое обтачивание	▽▽▽ 8
						▽▽▽ 7
Базирование съемных деталей	Базовые и установочные плоскости для съемных деталей	Столы (плоскости)	Шлифованное плоское	▽▽▽ 8		
				▽▽▽ 8		

Таблица 4 (окончание)

Вид поверхности	Расположение поверхности	Характер соединения поверхностей	Типовые поверхности деталей станков	Детали станков	Способ обработки	Класс чистоты по ГОСТ
Плоскости	Плоскости	Неподвижные соединения	Привалочные плоскости неподвижных стыков	Фланцы, торцы деталей гидрососов	Торцевое обтачивание	▽▽▽ 7
		Поступательное перемещение	Плоские направляющие	Станины, колонны, траверзы, суппорты, салазки, каретки, бабки, столы и другие плоские направляющие станков	Шабровка	

Таблица 5

Чистота посадочных поверхностей при различных классах точности

Класс точности	Обрабатываемые размеры в мм			
	от 18 до 120	св. 120 до 260	св. 260 до 500	св. 500
2	▽▽▽ 8	▽▽▽ 7	▽▽▽ 7	▽▽ 6
3	▽▽▽ 7	▽▽ 6	▽▽ 5	▽▽ 4
4	▽▽ 5	▽▽ 4	▽ 3	▽ 3
5	▽▽ 4	▽ 3	▽ 3	▽ 3

3. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ДОПУСКАХ И ПОСАДКАХ

Допуск, зазор и натяг. При конструировании детали конструктор определяет все ее размеры расчетным путем по нормальям, по аналогии и т. п. Все эти размеры называются номинальными размерами. В процессе изготовления детали ни один из номинальных размеров нельзя получить с абсолютной точностью. Полученные размеры детали называются действительными размерами. Разность между действительным размером и номинальным размером называется отклонением. Это отклонение может быть положительным, если действительный размер больше номинального, и отрицательным, если действительный размер меньше номинального.

В современной технике стремятся к тому, чтобы отклонение действительного размера от номинального не было больше или меньше заданных величин, т. е. для каждого размера устанавливаются

верхнее отклонение и нижнее отклонение. Фактическое отклонение будет находиться в промежутке между верхним и нижним отклонением.

Поясним это на примере. Запроектирован валик с диаметром 60 мм, действительный размер которого должен превышать 60 мм не менее чем на 0,2 мм и в то же время он был бы больше 60 мм не более чем на 0,6 мм. В этом примере размер 60 мм — номинальный размер; 0,6 мм верхнее отклонение и 0,2 мм — нижнее отклонение. Эту задачу можно выразить и таким образом. Нужно изготовить валик, диаметр которого не больше 60,6 мм и не меньше 60,2 мм, т. е. задать токарю те размеры, в пределах которых должен находиться желаемый для нас размер. Эти задаваемые размеры называются: верхний предельный размер (в нашем примере 60,6 мм) и нижний предельный размер (60,2 мм).

Разность между верхним и нижним предельными размерами называется допуском на изготовление детали.

Соединение деталей между собой должно иметь определенный характер.

В одних случаях необходимо иметь в соединении просвет между отверстием и валом, а в других — такой просвет недопустим, например, при запрессовке муфты на вал или втулки в отверстие.

В первом случае разность между диаметром отверстия и диаметром вала называется зазором. В примере с муфтой, запрессованной на вал, или втулкой, запрессованной в отверстие, диаметр отверстия будет меньше диаметра вала. В этом случае разность между диаметрами вала и отверстия до сборки (в собранном виде они будут одинаковы) называется натягом.

Классы точности. Основой точности обработки деталей служит допуск. В зависимости от величины намечаемых допусков точность изготовления деталей относится к тому или иному классу точности. В СССР утверждено 10 классов точности: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 и 9; между 2 и 3 классами точности имеется промежуточный класс 2а; в последнее время утвержден промежуточный класс 3а. Место 6 класса остается пока свободным, так как предполагалось разбить 5 класс на два.

Посадки. Характер соединения деталей, определяющий величину зазора или натяга, обозначается термином посадка. В зависимости от того, предназначается ли данная посадка для передвижения деталей относительно друг друга или же, наоборот, для жесткого их соединения между собой, различаются посадки подвижные и неподвижные. Первые имеют гарантированный зазор, вторые же имеют натяг или очень небольшие зазоры. К неподвижным посадкам относятся: горячая, прессовая, глухая, тугая, напряженная и плотная, а к подвижным — скользящая, движения, ходовая, легкоходовая и широкоходовая.

Системы допусков. Совокупность допусков и посадок называется системой допусков. Наша система носит название системы допусков

ОСТ, поскольку она регламентируется рядом общесоюзных стандартов. В системе допусков одна из сопрягаемых деталей принимается за основную. Такой деталью может быть вал или деталь, имеющая отверстие. Основная деталь не зависит от посадки, т. е. изменение размеров для обеспечения той или иной посадки производится за счет изменения размера у другой неосновной детали. В зависимости от того, какая деталь принята за основную (отверстие или вал) система допусков называется системой отверстия или системой вала.

ОСТ 1003 определяет систему отверстия и систему вала следующим образом: «Система отверстия характеризуется тем, что в ней для всех посадок одной и той же степени точности (одного класса), отнесенных к одному и тому же номинальному диаметру, предельные размеры отверстия остаются постоянными.

Осуществление различных посадок достигается за счет соответствующего изменения предельных размеров вала, в системе отверстия номинальный размер является наименьшим предельным размером отверстия».

«Система вала характеризуется тем, что в ней для всех посадок одной и той же степени точности (одного класса), отнесенных к одному и тому же номинальному диаметру, предельные размеры вала остаются постоянными. Осуществление различных посадок достигается за счет соответствующего изменения предельных размеров отверстия. В системе вала номинальный размер является наибольшим предельным размером вала».

Обозначения. На чертежах рядом с размером деталей даются специальные знаки, указывающие посадку и класс точности. Отверстие обозначается на чертежах буквой А, а вал — В, неосновная же деталь системы получает сокращенное обозначение той посадки, которую эта неосновная деталь создает. ОСТ 1003 установлены следующие сокращения: Гр — горячая, Пр — прессовая, Пл — легкопрессовая, Г — глухая, Т — тугая, Н — напряженная, П — плотная, С — скользящая, Д — движения, Х — ходовая, Л — легкоходовая, Ш — широкоходовая.

Классы точности обозначаются в виде индексов у обозначений посадок, например, С₁ — посадка скольжения 1 класса точности, Х₃ — ходовая посадка 3 класса точности. Второй класс точности употребляется без индекса, следовательно, название посадки без указания класса точности обозначает 2 класс точности. В 1 классе точности прессовых посадок две и в 3 классе три. Обозначаются они следующим образом: Пр1₁, Пр2₁, Пр1₃, Пр2₃, Пр3₃.

Нормальная температура. Следует иметь в виду, что все меры и измерительные приборы дают правильные показания лишь при данной определенной температуре, для которой они построены. Такая температура равна 20°, предусматривается ОСТ 349. Однако в тех случаях, когда измерительный инструмент и деталь имеют одинаковую температуру, небольшое отступление от 20° не играет большой роли.

4. КЛАССЫ ТОЧНОСТИ И ПОСАДКИ В СТАНКОСТРОЕНИИ

В станкостроении применяются как система отверстия, так и система вала. Однако система отверстия применяется более часто. По нормали СТ—20—39 «Допуски и посадки в станкостроении» рекомендуется применять посадки и классы точности, приведенные в табл. 6.

При пользовании таблицей необходимо учитывать следующее: 1) посадки, отмеченные круглыми скобками, применяются в исключительных случаях; 2) посадки, отмеченные квадратными скобками, применяются для шпонок и пазов к ним; 3) посадки, заключенные в квадрат, применяются только для поверхностей, сопрягаемых с подшипниками качения; 4) посадки, отмеченные фигурными скобками, применяются исключительно для обточки под резьбу; 5) для шлицевых соединений применяются посадки по ОСТ 20124—39 с центрированием по внутреннему диаметру.

В станкостроении в основном приняты 2-й (ОСТ 1012) и 3-й (ОСТ 1013) классы точности по системе отверстия.

В небольшом числе случаев, где не требуется особая точность, применяется 4 класс точности (ОСТ 1014). В пределах указанных классов берут не все входящие в них посадки, а только часть их.

Таблица 6

Посадки, применяемые в станкостроении

Классы точности	Отверстия (основные)	Валы									
		Система отверстия									
1	A ₁	—	—	—	$\boxed{T_1}$	H ₁	P ₁	C ₁	—	—	
2	A	Пр	Пл	Г	\boxed{T}	H	П	C(Д)	X	Л	
3	A ₃	Прl ₃	—	—	—	—	—	C ₃	X ₃	—	
4	A ₄	—	—	—	—	—	—	C ₄	X ₄	{ L ₄ }	
5	A ₅	—	—	—	—	—	—	C ₅	X ₅	—	
Классы точности	Валы (основные)	Отверстия									
		Система вала									
1	B ₁	—	—	$\boxed{T_1}$	$\boxed{H_1}$	$\boxed{P_1}$	$\boxed{C_1}$	D ₁	—	—	
2	B	—	(Г)	—	\boxed{H}	$\boxed{П}$	$\boxed{С}$	Д	(X)	(Л)	
2a	B _{2a}	—	[Г _{2a}]	—	—	—	—	—	—	—	
3	B ₃	Прl ₃	—	—	—	—	—	—	[X ₃]	—	
4	B ₄	—	—	—	—	—	—	—	X ₄	—	
5	B ₅	—	—	—	—	—	—	—	X ₅	—	

Характеристика и примеры применения посадок

Таблица 7

Посадки	Характеристика	Примеры применения
$\frac{A}{G}$ глухая	<p>Применяется для неподвижных соединений, допускающих сборку или разборку под давлением</p> <p>Соединяемые детали должны быть обеспечены от провертывания (например, шпонкой)</p>	<p>Зубчатые венцы на шестернях; втулки в подшипниках постоянные; насаженные буртики на шпинделях и валах; червячные шестерни. Детали, получающие при своем движении толчки, как, например, приводные шестерни на валах встряхивающих аппаратов</p> <p>Диски соединительных муфт, рабочие приводные шкивы. Шестерни на валах моторов</p>
$\frac{A}{H}$ напряженная	<p>Применяется для неподвижных соединений, допускающих сборку или разборку при незначительных усилиях (легкие удары молотка)</p> <p>Соединяемые части должны быть обеспечены против провертывания и продольного смещения</p>	<p>Детали, туго насаженные на шпонках и снимаемые лишь изредка: втулки в шестернях; шестерни на рабочем шпинделе (токарные станки); диски соединительных муфт; несъемные маховички, рукоятки и т. п.</p> <p>Рабочие приводные шкивы, когда нет надобности в глухой посадке; втулки, вгоняемые в простой подшипник</p>
$\frac{A}{C}$ скользящая	<p>Применяется, когда требуется легкая сборка и разборка при достаточно плотном соединении. Допускается проворачивание деталей</p>	<p>Шпиндель задней бабки; патроны и шпиндельная гильза сверлильных станков; колонны радиально-сверлильных станков; установочные кольца на валах; штифт указателя в делительных кругах, оправках для фрез</p> <p>Муфты, передвигающиеся на валах (выключаемые); фрикционные муфты на валах; съемные рукоятки и маховички на валах</p>
$\frac{A}{X}$ ходовая	<p>Применяется для соединения деталей, имеющих относительное вращение с соблюдением хорошей центровки</p>	<p>Шейки валов перебора</p>
$\frac{A}{L}$ легкоходовая	<p>Применяется в тех случаях, как и ходовая, если требуется большой зазор</p>	<p>Ходовые винты супортов. Валы с несколькими подшипниками</p>
$\left(\frac{A_4}{X_4}\right)$ ходовая 4 класса точности	<p>Применяется, когда особая точность не требуется, но должно быть гарантировано относительное свободное вращение. Отверстие A_4 можно получить из-под сверла</p>	<p>Ушки к дверкам; съемные рычаги и рукоятки; оси рычагов и вилки</p>

Так, например, по 2 классу точности на одном из станкостроительных заводов из двенадцати посадок приняты только пять: глухая, напряженная, скользящая, ходовая и легкоходовая. Из числа посадок 4 класса применяется только ходовая посадка. Примером применения принятых на этом заводе посадок служит табл. 7.

Посадки для подшипников качения. Посадки для подшипников качения (шарики- и роликоподшипников) имеют некоторые особенности, поэтому на них разработан специальный стандарт ГОСТ 3325—34. Нормальная работа шарикоподшипника обеспечивается наличием в беговых дорожках радиального зазора, измеряемого микронами. Внутреннее кольцо подшипника сажается на вал с некоторым натягом, чтобы избежать проскальзывания кольца на валу.

При двухопорных валах наружное (невращающееся) кольцо в одном подшипнике закрепляется неподвижно, а в другом может передвигаться вдоль оси вала. При трехопорных валах неподвижно закрепляется наружное кольцо среднего подшипника, а два других подшипника имеют возможность осевого перемещения. Передвижение одного или нескольких наружных колец необходимо потому, что вал во время работы нагревается и удлиняется, и если закрепить неподвижно наружные кольца всех подшипников, то подшипники могут разрушиться. Назначение посадок для подшипников качения производится в зависимости от того, вращается ли в данном соединении корпус или вал, а также в зависимости от степени и вида нагрузки.

Таблица 8

Посадки шарико- и роликоподшипников на валы и в отверстия корпусов

Обозначения калибров		Характеристика условий, определяющих выбор посадки	
Для обработки вала	Н	Вращается вал	Нагрузка спокойная. Нормальные и высокие числа оборотов (до 1000 и свыше 1000 об/мин.)
	П		Применяется вместо Н только в случаях, когда по условиям монтажа (повторная разборка и т. п.) посадка Н не может быть применена
	Д	Вращается корпус	Нагрузка спокойная и ударная. Нормальные числа оборотов (до 1000 об/мин.)
Для обработки корпуса	Н	Вращается корпус	Нагрузка спокойная. Нормальные числа оборотов (до 1000 об/мин.)
	П ₁	Вращается вал	Нагрузка спокойная и ударная. Высокие числа оборотов (свыше 1000 об/мин.)
	С		Нагрузка спокойная и ударная. Нормальные числа оборотов (до 1000 об/мин.)

Станкостроительные заводы практически не используют всех посадок, предусмотренных ОСТ. Применяемые на некоторых станко-

строительных заводах посадки для подшипников качения приведены в табл. 8.

Допуски для свободных размеров. Если размер, поставленный на чертеже не сопровождается указаниями о классе точности и посадке, по которым должен изготавливаться данный размер, то такой размер носит название свободного размера. Свободные размеры изготавливаются по 7, 8 и 9 классам точности в зависимости от того, с каким допуском возможно изготовить данную деталь, не ухудшая ее качества.

Допуски для свободных размеров, применяемые в станкостроении, установлены на основании СТ 20—39, приведены в табл. 9 и 10.

Для отверстий допуски берутся со знаком плюс, а для валов со знаком минус.

Таблица 9

Предельные односторонние отклонения свободных размеров для валов и отверстий

Номинальные размеры в мм			Классы точности		
			7	8	9
			отклонения в мм		
от	1	до 6	0,2	0,4	0,6
св.	6	18	0,4	0,5	0,8
	18	50	0,5	0,8	1,2
	50	120	0,8	1,2	1,6
	120	250	1,0	1,6	2,0
	250	500	1,2	2,0	3,0
	500	800	1,6	2,4	4,0
	800	1250	2,0	3,0	5,0
	1250	2000	3,0	4,0	6,0
	2000	3150	4,0	6,0	10,0
	3150	5000	6,0	10,0	16,0
	5000	8000	10,0	16,0	24,0
	8000	10000	14,0	22,0	36,0

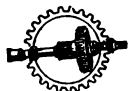
Таблица 10

Предельные симметричные отклонения свободных размеров для длин и расстояний

Номинальные размеры в мм			Классы точности		
			7	8	9
			отклонения в мм		
от	1	до 6	0,1	0,2	0,3
св.	6	18	0,2	0,3	0,4
	18	50	0,3	0,4	0,6
	50	120	0,4	0,6	0,8
	120	250	0,5	0,8	1,0
	250	500	0,6	1,0	1,5
	500	800	0,8	1,2	2,0
	800	1250	1,0	1,5	2,5
	1250	2000	1,5	2,0	3,0
	2000	3150	2,0	3,0	5,0
	3150	5000	3,0	5,0	8,0
	5000	8000	5,0	8,0	12,0
	8000	10000	7,0	11,0	18,0

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое продольная и поперечная шероховатость поверхности?
2. Что такое $H_{ск}$ и $H_{ср}$?
3. Как обозначаются классы чистоты поверхности?
4. Почему нельзя станок с новыми подшипниками скольжения сразу запустить на полную загрузку?
5. Что такое допуск, зазор и натяг?
6. Что называется предельными размерами?
7. Чем отличается система отверстия от системы вала?
8. Какие классы точности применяются в станкостроении?
9. Что такое свободный размер?





ГЛАВА III

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ИНСТРУМЕНТОВ

При ремонте металлорежущих станков необходимо точно измерять углы, расстояния, проверять совпадение, перпендикулярность и параллельность осей и поверхностей, для чего используются соответствующие измерительные и контрольные инструменты. Часто ремонтники не отдают себе ясного отчета, с какой точностью и какими инструментами можно производить те или иные замеры, а потому допускают значительные ошибки, влияющие на точность ремонта станка.

Поэтому целесообразно дать краткую техническую характеристику наиболее часто применяемых контрольно-измерительных инструментов.

Контрольно-измерительные инструменты можно подразделить на две основные группы.

1. Инструменты для проверки линейных размеров. В эту группу входят: штангенциркули, микрометры, миниметры, индикаторы и др.

2. Инструменты для проверки углов и плоскостей. Основными представителями этой группы являются: угольники, линейки и плиты, приборы для проверки горизонтальности и т. д.

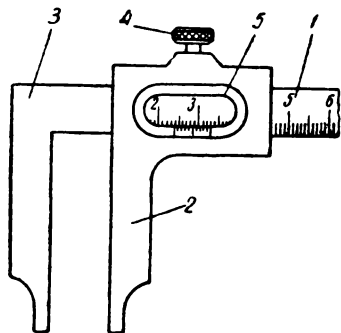
2. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Штангенциркули. Наименьшая величина измерения, которую можно получить при пользовании штангенциркулем, не прибегая к определению части деления на глаз, называется величиной отсчета штангенциркуля. По величине наименьшего отсчета штангенциркули бывают с отсчетом в 0,1; 0,05 и 0,02 мм.

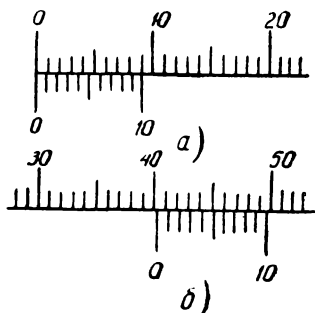
На фиг. 4 изображен штангенциркуль с отсчетом 0,1 мм. Он состоит из линейки 1, неподвижной 3 и подвижной 2 ножек. Подвижная ножка может быть закреплена винтом 4 в любом положении на линейке. В верхней части ножки 3 сделан прорез 5 со скошенными

краями. На линейке *1* нанесены деления через 1 мм , а на скошенной части прореза нанесены деления через $9/10\text{ мм}$. Деление на прорези называется нониусом. Первая (левая) риска нониуса называется нулем его. Деления на линейке и нониусе нанесены так, что когда ножки штангенциркуля сдвинуты совершенно плотно, нулевая риска нониуса точно совпадает с нулевой риской линейки. Поэтому измерение длин, имеющих целое число миллиметров, делается по нулю нониуса.

Для определения дробных долей миллиметра используются деления нониуса. Так как каждое деление нониуса равно $0,9\text{ мм}$, то разность между одним делением линейки и одним делением нониуса равна одной десятой миллиметра.



Фиг. 4. Штангенциркуль обыкновенный.



Фиг. 5. Отсчеты показаний по нониусу штангенциркуля.

При плотно сдвинутых ножках штангенциркуля, когда нулевое деление нониуса совпадает с нулевым делением линейки (фиг. 5,а), десятое деление нониуса совпадает с девятым делением линейки.

Отсюда ясно, что если передвигать нониус таким образом, чтобы последовательно совпадали штрихи *1*, *2* и *3* и т. д. линейки со штрихами *1*, *2* и *3* и т. д. нониуса, то между нулевыми делениями линейки и нониуса будут оказываться расстояния $0,1$; $0,2$; $0,3\text{ мм}$ и т. д.

Это правило отсчета десятых долей миллиметра остается верным, если нуль нониуса при установке окажется между двумя какими угодно делениями линейки. Например, при измерении обрабатываемого изделия нуль нониуса стал между 40 и 41 делениями линейки, а шестое деление нониуса совпало с 46 делением линейки (фиг. 5,б), т. е. тоже с шестым делением, считая от сорокового. В таком случае расстояние между сороковым делением и нулем нониуса будет:

$$6 - (6 \times 0,9) = 6 - 5,4 = 0,6\text{ мм}.$$

Следовательно, размер изделия: $40 + 0,6 = 40,6\text{ мм}$.

Величина отсчета (точность измерения) штангенциркуля равняется частному от деления одного деления линейки на число делений нониуса. Так, у рассмотренного штангенциркуля точность равна $0,1\text{ мм}$. Описанный штангенциркуль считается грубым. Если требует-

ся производить более точные измерения, то применяют штангенциркули с величиной отсчета 0,05 и 0,02 мм.

У штангенциркуля с величиной отсчета 0,02 мм нониус разделен на 25 делений, причем каждое деление при отсчете принимается за два. Поэтому цифры на нониусе (10, 20, 30, 40 и 50) имеют значения вдвое больше, чем число делений, находящихся между нулем нониуса и каждой из цифр.

Все эти 25 делений нониуса равны 12 мм линейки, так что каждое деление его равно: $\frac{12}{25} = 0,48$ мм.

Особенностью этого штангенциркуля является еще и то, что нониус его отнесен не к целому миллиметру, а к половине его, и в соответствии с этим каждое деление линейки равно 0,5 мм. Поэтому в тот момент, когда первое деление нониуса точно совпадает с первым делением линейки, расстояние между ножками штангенциркуля составляет $0,5 - 0,48 = 0,02$ мм, т. е. равно величине отсчета штангенциркуля.

Отсчеты десятых и сотых долей производятся по вышеописанному правилу. Особенность заключается только в том, что если первое деление нониуса прошло полумиллиметровое деление линейки, то к показанию нониуса нужно прибавлять 0,5 мм и каждое деление нониуса считать за 0,02 мм.

Штангенциркуль можно применить и для измерения внутренних диаметров отверстий. Для этого боковые поверхности концов его ножек закруглены на длине 9—10 мм. При плотно сдвинутых ножках ширина их в той части, где они закруглены, равняется 10 мм. При измерениях ширину ножек следует прибавлять к полученному отсчету.

Отклонения от нормального размера сдвоенных губок штангенциркуля в зависимости от величины отсчета нониуса допускаются ГОСТ 166—51 следующие:

Номинальная величина отсчета нониуса в мм	0,02	0,05	0,10
Допускаемые отклонения в мм	± 0,01	± 0,02	± 0,03

Допустимая неточность при наружном измерении штангенциркулями приводится в табл. 11.

Таблица 11

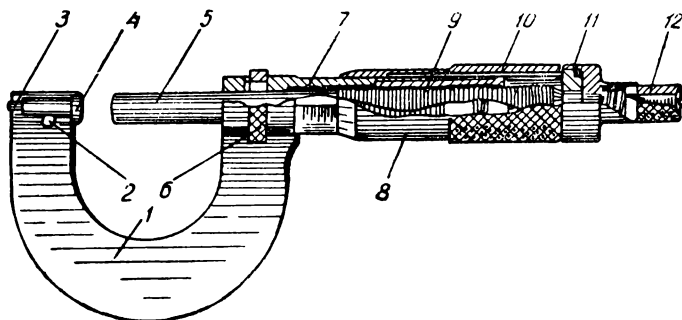
Суммарные погрешности штангенциркулей при наружном измерении

Номинальный предел измерения в мм	Допускаемые отклонения в мм при наименьшей величине отсчета в мм		
	0,02	0,05	0,1
до 300	± 0,02	± 0,05	± 0,1
от 300 до 500	± 0,03	± 0,05	± 0,1
» 500 » 1000	± 0,04	± 0,05	± 0,1

Микрометры. Для более точных измерений, чем могут дать штангенциркули, применяются микрометры.

Обыкновенный микрометр для измерений длин и наружных диаметров представлен на фиг. 6. В левом конце скобы 1 вставлена закаленная цапфочка 4, которая закреплена винтом 2. Посредством шурупа 3 цапфочка 4 может быть выдвинута из скобы, что бывает необходимо при выверке микрометра для ликвидации его износа.

Другой конец скобы оканчивается стеблем 7, в который вставлена нарезанная внутри трубочка 9. Правый конец этой трубочки имеет на небольшой длине наружную коническую резьбу и, повертывая гайку 10, можно несколько сжимать трубочку. Шпindelъ 5, правый конец которого нарезан точно по внутренней резьбе трубочки 9, при вращении за головку 11 перемещается вправо и влево. На шпинделе 5 закреплен барабан 8, охватывающий стебель 7. Шпindelъ 5



Фиг. 6. Микрометр.

может быть закреплен в требуемом положении накатанным кольцом 6.

Измеряемый предмет зажимается между цапфочкой 4 и концом (также закаленным) шпинделя 5. Чтобы зажим был всегда равномерным, микрометр снабжается трещоткой 12. Трещотка устроена так, что как только шпindelъ 5 упрется в измеряемый предмет, трещотка, за которую вращает шпindelъ, начинает проскакивать и вращение шпинделя прекращается. Трещотка — это накатанная втулка, имеющая на торце мелкие зубья, во впадины между которыми входит штифтик (на фигуре не показан), вставленный в отверстие, высверленное в головке шпинделя 5. Пружиной этот штифтик прижимается к зубьям втулки 12. Для удержания втулки 12 на головке 11 служит винт.

Для отсчета размеров, производимых микрометром, на стебле 7 проведена продольная риска, по обе стороны которой (а иногда только по одну) нанесены деления на расстоянии 0,5 мм друг от друга. Короткие штрихи отмечают 0,5 мм, длинные штрихи 1 мм.

Нарезка шпинделя сделана так, что за один полный оборот он перемещается на 0,5 мм, т. е. на одно деление.

Левый конец барабана 8 сточен на конус, и на конусной части также нанесены деления. Таких делений по всей окружности пятьдесят. Поэтому поворот гильзы на одно деление дает перемещение

шпинделя 5 на $\frac{0,5}{50} = 0,01$ мм. Таким образом, микрометром можно

производить измерения с точностью до 0,01 мм.

Штихмасы. Для внутренних измерений применяют микрометрические штихмасы. Штихмас — это стержень, снабженный таким же микрометрическим винтом, как и микрометр для наружных измерений. Штихмасы делаются для измерений от 50 до 200 мм. При измерении размеров больше 200 мм применяются раздвижные штихмасы или штихмасы со сменными ножками.

Индикаторы. Согласно стандарту ГОСТ 577—53 индикаторы с ценой деления 0,01 мм изготавливаются трех классов точности (0; 1 и 2). При ремонте обычно пользуются индикаторами 1 и 2 классов точности. Нормы точности индикаторов приводятся в табл. 12.

Таблица 12

Нормы точности индикаторов (допускаемые отклонения)

Предел измерения в мм	Допускаемые отклонения в мм для классов точности								
	0			1			2		
	в пределах всего интер- вала измерений	при одном обороте стрелки	в пределах нормированно- го участка в 0,1 мм	в пределах всего интер- вала измерений	при одном обороте стрелки	в пределах нормированно- го участка в 0,1 мм	в пределах всего интер- вала измерений	при одном обороте стрелки	в пределах нормированно- го участка в 0,1 мм
0+5	±12	±10	±8	±18	±15	±10	±25	±20	±12
0+10	±15	±10	±8	±20	±15	±10	±30	±20	±12

Мерительное давление индикаторов должно колебаться в пределах не выше 100—200 г.

Индикаторы проверяются: а) по всему пределу измерения через 0,1 мм; б) в пределах нормированного участка шкалы через 0,01 мм.

Нормированный участок шкалы в 0,1 мм (для точных измерений) устанавливается в процессе проверки индикатора.

Как видно из норм точности, далеко не безразлично, как пользоваться индикатором и его шкалой при точных измерениях.

Наиболее точные измерения (с точностью 0,01 мм) можно получить на нормированном участке шкалы, позволяющем делать замеры отклонения не более 0,1 мм. При измерениях в пределах одного оборота стрелки погрешность индикатора возрастает до 0,015 мм для 1 класса точности и 0,020 мм для 2 класса точности. При измерении размеров в несколько миллиметров погрешность измерения возрастает соответственно до ± 0,020—0,030 мм.

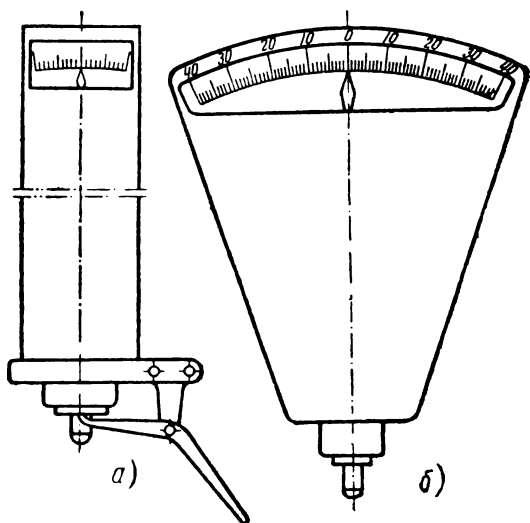
Крепление индикаторов должно быть достаточно жестким, так как давление пуговки индикатора сравнительно велико, и это необходимо всегда учитывать при точных измерениях.

Индикатор обладает значительной инерцией, а потому им не следует производить измерений при больших числах оборотов детали, а также стучать по детали, в которую упирается пуговка индикатора. В обоих случаях показания индикатора будут искажены, крепление его расстроено, а в худшем случае индикатор может быть испорчен.

Никогда не следует пользоваться при точных измерениях индикатором, не имеющим паспорта или с просроченным сроком проверки.

Миниметры. Миниметры (фиг. 7) употребляются для более точных измерений, чем можно достичь при помощи индикатора. Миниметры бывают двух типов: узкошкальные и широкошкальные. Пределы измерений и цена делений миниметров даны в табл. 13 (по ОСТ 20102).

Необходимо иметь в виду, что мерительное давление миниметра довольно значительно и достигает от 200 до 400 г.



Фиг. 7. Миниметр:
а — узкошкальный; б — широкошкальный.

Таблица 13

Пределы измерений и цена делений миниметров

Тип миниметра	Предел измерения в мм при цене деления в мм			
	0,01	0,005	0,002	0,01
Узкошкальный	0,2	0,1	0,04	0,02
Широкошкальный	0,6	0,3	0,12	0,06

3. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ УГЛОВ И ПЛОСКОСТЕЙ

Угольники. При ремонте станка пользуются угольниками 2 и 3 классов точности. Угольники 1 класса точности при ремонтах применяются редко.

Согласно стандарту ГОСТ 3749—47 угольники имеют допуски, данные в табл. 14.

Отклонения поверхностей угольников

Таблица 14

Размер длинной стороны угольника H в мм	Отклонение наружной и внутренней рабочих поверхностей от прямого угла на длине $H (\pm)$ в мк			Отклонение боковых поверхностей от перпендикулярности к опорной поверхности на длине $H (\pm)$ мк	
	1 класс	2 класс	3 класс	1 класс	2 и 3 классы
63	6	13	25	50	150
80	7	14	25	50	150
100	7	15	30	50	150
125	8	17	30	60	180
160	8	18	35	60	180
200	9	20	40	70	200
250	10	20	40	80	240
315	11	25	50	80	240
400	13	30	60	100	300
500	15	35	70	100	300
630	18	40	80	130	400
800	20	50	100	160	500
1000	25	60	120	190	600
1250	—	70	140	—	700
1600	—	90	180	—	800
2000	—	100	220	—	1000

Как видно из этой таблицы, угольник 2 класса точности с длинной стороной 100 мм может давать отклонения (в пересчете на длину в 1000 мм), равные $\pm 0,015 \times 10 = \pm 0,15$ мм, а такой же угольник 3 класса точности может дать отклонения $\pm 0,030 \times 10 = \pm 0,3$ мм, т. е. отклонения значительно большие, чем допуски при ремонте точного станка. Для угольника с длинной стороной 500 мм эти погрешности будут соответственно равны ($\pm 0,07$ мм и $\pm 0,14$ мм).

Поэтому при пользовании угольником недостаточно иметь только аттестат с указанием, по какому классу точности он изготовлен, но необходимо знать величину и знак отклонений, замерив их с точностью не ниже 0,01 мм. Величину и знак отклонений следует указывать в аттестате инструмента и учитывать их при проведении измерений.

Плиты проверочные. Проверочные (шабровочные) плиты согласно стандарту ОСТ 20149—39 изготавливаются следующих размеров:

Ширина в мм	100	200	200	300	300	400	450	500	750	1000
Длина в мм	200	200	300	300	400	400	600	800	1000	1500

Число опорных точек у плиты должно быть три. Для плит 750×1000 и 1000×1500 допускается четыре точки опоры; в этом случае подклиниванием должно быть обеспечено распределение нагрузки на все четыре точки, а сама плита должна быть точно выверена.

Проверочные плиты изготавливаются 1 и 2 класса точности. Рабочая поверхность плит представляет собой плоскость, удовлетворяющую двум условиям.

1. Если через профиль ненагруженной поверхности плиты, лежащей тремя точками на ровном основании, проходит воображаемая плоскость таким образом, что самая высшая и самая низшая точки профиля расположились в отношении ее симметрично, то величина отклонений этих точек от воображаемой плоскости в любом месте не должна превышать величин, данных в табл. 15.

Допустимые отклонения плоскости проверочных плит Таблица 15

Размер плиты в мм	Отклонения \pm в мк		Размер плиты в мм	Отклонения \pm в мк	
	1 класс точности	2 класс точности		1 класс точности	2 класс точности
100×200	6	12	400×400	7	14
200×200	6	12	450×600	8	16
200×300	7	13	500×800	8	18
300×300	7	13	750×1000	10	20
300×400	7	14	1000×1500	12	25

2. Рабочая поверхность проверочных плит, предназначенных для проверки плоскостей по методу пятен, обязательно должна быть проверена по краске и иметь в квадрате со стороной 25 мм число пятен не меньше: а) 25 — для плит 1 класса точности; б) 20 — для плит 2 класса точности. Расположение пятен должно быть равномерно по всей рабочей поверхности плиты. Разбивка пятен должна быть такой, чтобы разность в количестве пятен в двух любых квадратах со стороной 25 мм не была больше трех.

Контрольные и шабровочные линейки. Эти линейки применяются для шабровки и для проверки на прямолинейность с точностью до 0,02 мм на 1000 мм направляющих станков.

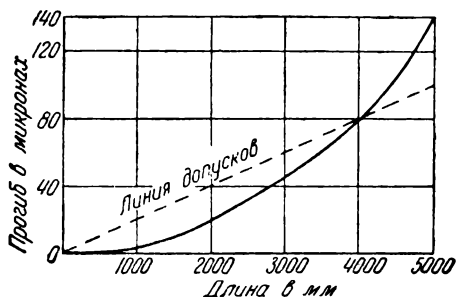
В ремонтной практике применяются линейки длиной до 3500 мм и, часто считают, что если линейка верна, то она годится для шабровки и контроля без всяких дополнительных поправок. На самом деле не при всех условиях верная линейка может обеспечить желаемые результаты. Подтверждением этому служат данные ЭНИМС о прогибе линеек от собственного веса в зависимости от длины линейки, приводимые в табл. 16.

Таблица 16

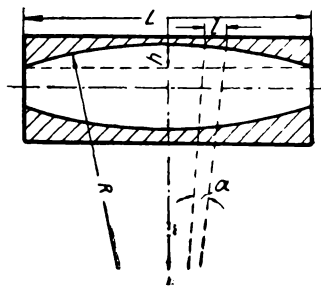
Прогибы линейек завода «Калибр»

Длина линейки в мм	Величина прогиба при опорах на концах для сечения в мм		Величина прогиба при опорах на 0,554 длины линейки для сечения в мм	
	прямоугольного	двухаврового	прямоугольного	двухаврового
500	1,5	1,3	0,031	0,028
1000	16,0	13,0	0,31	0,27
1500	53,0	43,0	1,1	0,9
2000	117,0	96,0	2,4	2,0
2500	227,0	138,0	4,8	4,0
3000	327,0	274,0	6,8	5,7

Точность инструмента должна быть вдвое или трое больше, чем требуемая точность измерения. Из таблицы видно, что прямоугольные и двухавровые линейки при опорах на концах не годятся для контроля прямолинейности, уже начиная с длины 1000 мм.



Фиг. 8. График прогиба мостика завода «Калибр» от действия собственного веса.



Фиг. 9. Ампула уровня.

Если опоры (подкладки) под линейки ставить не по концам, а на расстоянии 0,554 длины линейки на равных расстояниях от концов линейки, то длина линейек, применяемых для проверки прямолинейности, может быть увеличена до 3000 мм.

Для шабловки по краске точных поверхностей (0,02 мм на 1000 мм) можно применять двухавровые линейки длиной не более 1500 мм.

Чугунные литые линейки в виде мостиков имеют конструкцию более жесткую, чем нормальные линейки прямоугольного и двухаврового сечения.

На фиг. 8 дан график величины прогибов мостиков под действием собственного веса. По этому графику можно определить, что точные измерения (0,02 мм на 1000 мм) допустимо производить при помощи мостиков длиной 2000 мм, так как при такой длине мостик

имеет прогиб только 20 мк или 0,01 мм на 1000 мм длины. Для точной шабровки по краске применяют мостики длиной до 3500 мм.

Уровни. Уровень при ремонте станков является одним из самых необходимых и важных инструментов. Часто ремонтники, особенно не имеющие опыта по ремонту крупных станков, недооценивают значения точного уровня.

Наличие точного уровня всегда значительно упрощает координатную шабровку и выверку больших поверхностей. Уровнем нужно правильно пользоваться, а для этого необходимо знать его устройство и правила пользования.

Наиболее важная и трудно изготавливаемая часть уровня — стеклянная ампула. Трудность изготовления ампул в том, что для них требуется специальное стекло, очень однородное, без всяких пороков и не деформирующееся с течением времени. Большую трудность представляет также шлифование внутренней поверхности ампул по очень большому радиусу.

По форме ампулы делятся на цилиндрические и сферические. Для цилиндрической ампулы употребляется цилиндрическая стеклянная трубка, которая шлифуется по внутреннему диаметру и получает веретенообразную форму (фиг. 9) длиной l .

В продольном сечении шлифованная поверхность ампулы представляет собой дугу окружности радиуса R . Для обычных уровней после шлифования ампула с одной стороны запаивается, а с другой вытягивается в тонкую трубку, через которую производится заполнение ампулы слегка подогретой жидкостью с таким расчетом, чтобы после заплавки трубки и охлаждения жидкости до $+120^\circ$ в ампуле образовалось безвоздушное пространство, заполненное парами жидкости, т. е. пузырек, по концам которого делаются отсчеты. Длина пузырька должна получиться в заранее определенных пределах. После заполнения жидкостью второй конец трубки также запаивается.

На наружной поверхности ампулы наносятся деления, обычно через 2 мм. На ампулах уровней, применяемых при ремонте, количество делений небольшое, с перерывом посередине. Это дает возможность легче улавливать положение концов пузырька, симметричное относительно середины. По степени чувствительности уровни изготавливаются четырех типов.

В основу деления уровней на типы кладется цена деления ампулы. Ценой деления принято называть центральный угол α , соответствующий наклону уровня при перемещении пузырька на одно деление или высоту подъема одного конца уровня, исчисляемую в миллиметрах на 1 м длины проверяемой плоскости и также соответствующую перемещению пузырька на одно деление.

При ремонтах применяются точные уровни с ценой деления 0,02—0,05 мм на 1000 мм. Этим значениям соответствуют углы $\alpha = 4''$ и $\alpha = 10''$ и радиусы $R = 103$ м и $R = 41$ м.

Трубка уровня подвергается тщательному шлифованию. О степени точности шлифования свидетельствует вычисление величины стрелки дуги h , соответствующей всей длине рабочей поверхности ампулы. Оказывается, что для уровня с ценой деления $0,02$ мм на 1000 мм и при длине рабочей поверхности ампулы 100 мм имеем $h = 0,012$ мм.

Таким образом, деформация трубки всего лишь на какую-нибудь сотую долю миллиметра на всю длину совершенно обесценивает уровень, как точный инструмент. Отсюда ясно, с какой осторожностью нужно обращаться с ним, особенно с ампулой.

Длина пузырька обычно бывает равной $0,3—0,4$ длины рабочей части ампулы. Чем длиннее пузырек, тем чувствительнее уровень при одинаковых его прочих качествах. Следовательно, чувствительность уровня характеризуется не только ценой деления, но также легкостью, с которой пузырек начинает двигаться при малейших отклонениях уровня от горизонтальности.

Цена деления зависит только от радиуса шлифования ампулы, а чувствительность, кроме того, зависит еще и от длины пузырька.

На всей длине шкалы чувствительность должна быть одна и та же. Если чувствительность разная, то это означает, что ампула деформировалась и уровень потерял точность. Такой уровень следует отправить в лабораторию для определения его годности.

Если кроме проверки горизонтального расположения плоскости требуется проверить вертикальное расположение плоскостей, то применяются рамные уровни, измерительные поверхности которых находятся под прямым углом одна к другой. Рамные уровни изготавливаются с размерами сторон 200×200 мм и 300×300 мм.

Классификация рамных уровней по степени чувствительности согласно ГОСТ 3053—45 приведена в табл. 17.

Таблица 17

Классификация рамных уровней

Номера групп	Цена делений основной ампулы	
	в мм	в сек.
I	св. 0,02 до 0,05	св. 4 до 10
II	" 0,06 " 0,10	12 " 20
III	0,12 " 0,20	24 " 40
IV	" 0,25 " 0,30	" 50 " 60

Работа с уровнем. При ремонте применяются в основном плоские и рамные цилиндрические уровни, которые бывают с неподвижной и с регулирующейся трубкой. В практической работе следует отдать предпочтение уровням с неподвижной трубкой, потому что закрепление трубки у регулирующихся уровней ненадежно и они требуют частой регулировки.

Чем длиннее основание уровня, тем точнее его работа, но очень длинные уровни слишком громоздки. Уровень с ценой деления

0,02—0,04 мм на 1000 мм длины лучше иметь с основанием длиной 300 мм.

При работе необходимо выбирать такой уровень, с которым можно обеспечить заданную точность. Работать с уровнем более точным, чем требуется, не всегда полезно. Точный уровень требует более бережного обращения, чем менее точный, время замеров увеличивается с увеличением точности уровня, так как пузырек точного уровня устанавливается медленнее, чем пузырек более грубого. Точный уровень нужно тщательно охранять от колебаний температуры и особенно от неравномерных и резких нагревов.

Ориентироваться при выборе уровня можно следующими соображениями. Погрешность основной мерительной поверхности у уровня может быть до $\pm 0,25$ деления. Неточность отсчетов делений по шкале составляет $\pm 0,2$ деления; неточность делений самой шкалы можно не принимать во внимание. Следовательно, общая погрешность при замерах, зависящая от инструмента и методов отсчета по нему, будет около 0,5 деления шкалы.

При очень тщательных замерах можно первую погрешность свети до минимума или исключить внесением соответствующих поправок при замерах, но практика показывает, что делать отсчеты с точностью 0,2 деления, если и возможно, то только при постоянной и длительной тренировке, в то время как ремонтники с уровнем работают периодически, с перерывами. Поэтому общая погрешность 0,5 деления практически не может быть значительно снижена.

Обычно считается, что инструмент должен быть вдвое точнее, чем проверяемый им допуск, а так как отсчет производится с точностью до 0,5 деления, то уровень нужно брать примерно с той ценой деления, которая соответствует допуску проверяемой поверхности, и делать замеры с точностью до 0,5 деления.

При работе с уровнем не следует забывать, что одно деление шкалы обозначает собой превышение одной точки над другой, находящейся на расстоянии 1000 мм от первой точки. Если расстояние между двумя измеряемыми точками не равно 1000 мм, то показания уровня необходимо пересчитать.

Уровень с ценой деления 0,02 мм имеет стрелку дуги шлифованной поверхности при хорде окружности, равной 100 мм, всего 0,012 мм, поэтому ни в коем случае нельзя трогать руками трубку или стучать по ней, нельзя подвергать уровень действию солнечных лучей, так как оправа может нагреваться неравномерно и деформироваться, деформируя трубку, и уровень может быть испорчен.

При точных измерениях необходимо учитывать влияние неравномерного нагрева не только на уровень, но и на проверяемую деталь.

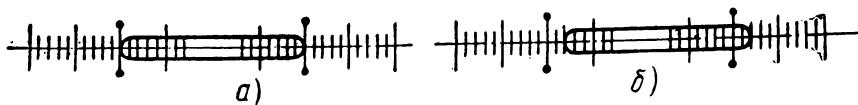
Несмотря на простоту отсчетов делений, последние часто делают неправильно. Каждый уровень имеет так называемый нульпункт. Нульпункт представляет собой отметки на шкале по концам пузырька, когда пузырек находится (при температуре 20°) в горизонталь-

ном положении. Практически отсчеты делений производятся тремя способами.

Первый способ. Отсчет производится по одному концу пузырька от одной из черт нульпункта. Обычно отсчет производится в направлении повышения. На фиг. 10, *а* нульпункт обозначен точками у штрихов.

На фиг. 10, *б* видно, что пузырек сместился вправо на два деления, настолько же он сместился и от черты нульпункта, следовательно, измеряемая плоскость имеет повышение вправо на два деления.

Второй способ. Сравнивают несимметричность концов пузырька относительно каких-либо симметричных штрихов шкалы. Например (см. фиг. 10, *б*), от правого конца пузырька следует отнять четыре деления, чтобы он стал симметричным к левому концу. Разность делится пополам и получается отклонение, равное двум делениям.



Фиг. 10. Отсчеты по шкале уровня.

Третий способ. Отсчеты делают от штрихов нульпункта в одну сторону до ближайшего конца пузырька и сумму отсчетов делят пополам.

Первый способ очень прост, но он пригоден в том случае, если длина пузырька точно равна расстоянию между штрихами нульпункта. Длина же пузырька меняется при изменении температуры и поэтому необходимо время от времени производить проверку длины пузырька и вносить соответствующие поправки в отсчеты, иначе можно допустить ошибку.

Второй и третий способы от длины пузырька не зависят, но второй способ более сложный, чем третий, а поэтому лучшим способом, следует признать третий.

Уровень, как известно, показывает отклонение от горизонтальности на длине 1000 мм. Практически же уровень может показывать отклонение только той части длины поверхности, на которой находятся точки его опор, сами же точки опор неизвестны, следовательно, при установке уровня непосредственно на проверяемую поверхность его показания от известной степени неопределенны. Уровень может показать отсутствие отклонения вследствие наличия местных дефектов поверхности, не характеризующих ее общего направления и прямолинейности. Чем короче уровень, тем больше могут быть искажения его показаний от местных дефектов. Короткий и чувствительный уровень вообще очень трудно поставить вторично на одно и то же место поверхности так, чтобы он показывал те же от-

клонения, что и при первом замере. Поэтому при шабровке поверхностей следует избегать применения уровней короче 250 мм.

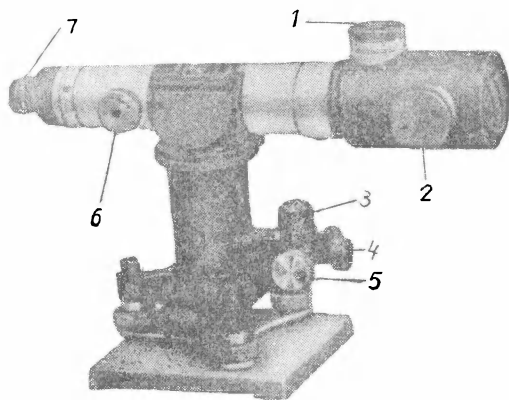
При проверке прямолинейности, если требуется получить точные результаты, нельзя ставить уровень непосредственно на проверяемую поверхность.

Уровень нужно устанавливать на специальные линейки с узкими опорами, расстояние между которыми равно 250, 500 или 1000 мм. Верхняя плоскость линейки, служащая для установки уровня, должна быть хорошо пришабрена на прямолинейность и горизонтальность.

При шабровке поверхности уровень обычно устанавливается непосредственно на шабруемый участок. Это допустимо, так как каждый участок поверхности, независимо от его длины, должен шаброваться с тем же допуском, который показывает уровень на длине 1000 мм. Чтобы избежать искажений от местных дефектов поверхности, необходимо перед постановкой уровня плоскость тщательно протереть и при помощи бархатного напильника или оселка с легким нажимом снять заусенцы, остающиеся при шабровке.

Оптические приборы

для проверки прямолинейности. Одним из наиболее простых приборов для проверки прямолинейности считается оптический прибор (фиг. 11). Прибор представляет собой смонтированную на трехногной опоре зрительную трубу, снабженную приспособлением для отсчета. Приспособление для отсчета содержит два плоскопараллельных стекла. Переднее стекло вращается вокруг горизонтальной оси и служит для отсчета смещений



Фиг. 11. Оптическая труба.

проверяемой поверхности по вертикали. Заднее стекло вращается вокруг вертикальной оси и служит для отсчета смещений по горизонтали. Повороты стекол производятся верньерами, снабженными градуированными барабанами 1 и 2.

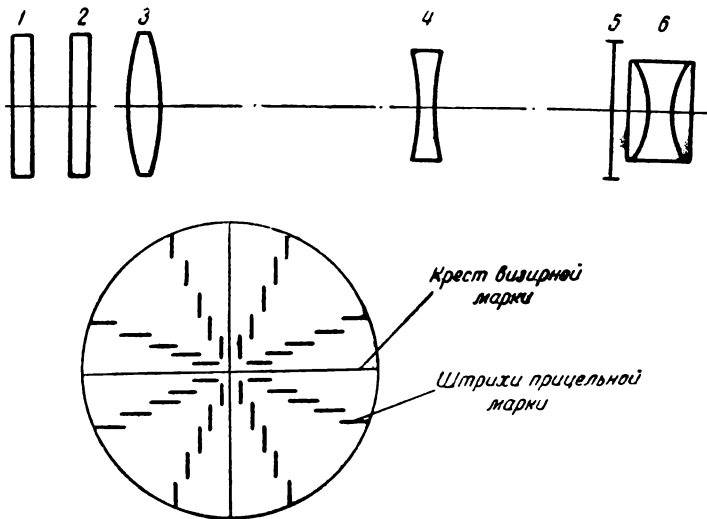
Труба может вращаться вокруг своей вертикальной оси, причем грубая установка обеспечивается винтом 4, а точная — винтом 5. Для контроля установки трубы в горизонтальном положении служит сферический уровень 3. К трубе прилагаются одна или две штриховые прицельные марки. В окуляре трубы помещается крестовая визирная марка. Окуляр 7 для резкой наводки визирной марки может перемещаться и снабжен диоптриальными делениями, которые для

нормального зрения устанавливаются на нуль. Прицельная марка освещается опаловой (матовой) лампой, помещающейся в особом корпусе. Подставки для прицельной марки и лампы выполняются самими потребителями, соответственно целям, преследуемых измерений.

Техническая характеристика прибора

Кратчайшее расстояние между маркой и трубкой в м	1,1
Максимальное расстояние между ними в м	40
Область измерения наклоняемой плоскопараллельной пластинки в мм	2,7
Цена одного деления на измерительном барабане в мм	0,05
Возможная на глаз оценка отклонений в мм	0,01

Оптическая система трубы (фиг. 12) состоит из двух плоскопараллельных стекол 1 и 2, линз 3 и 4, визирной марки 5 с нанесенным на ней крестом и окуляра 6. Линзы 3 и 4 (фокусное расстояние



Фиг. 12. Оптическая система трубы.

около 100 мм) дают обратное действительное изображение прицельной марки в плоскости визирной марки 5. Это изображение совместно с крестовыми штрихами визирной марки рассматривается через окуляр 6.

Вращением головки 6 (см. фиг. 11) линза 4 (см. фиг. 12) может передвигаться вдоль оси трубы. Это дает возможность получить резкое изображение прицельной марки в плоскости визирной марки 5 при различных расстояниях прицельной марки от прибора.

Кажущаяся величина изображения прицельной марки в поле зрения окуляра зависит от расстояния между маркой и прибором. Например, видимое в окуляре изображение марки, находящейся на минимальном расстоянии (1100 мм) от прибора, кажется увеличен-

ным приблизительно в семь раз по сравнению с маркой, рассматриваемой невооруженным глазом.

Штрихи прицельной марки с увеличением расстояния кажутся тоньше, но благодаря тому, что эти штрихи выполнены, как показано на фиг. 12, они могут быть установлены по кресту визирной марки с большой точностью. Для этого нужно добиваться, чтобы светлые острия между клиновыми линиями прицельной марки располагались строго симметрично относительно линий креста визирной марки и чтобы при больших расстояниях пользоваться более удаленными от центра штрихами прицельной марки.

Изменяющаяся вместе с изменением расстояния яркость штрихов не влияет на точность измерения. Точность измерения прибора в зависимости от расстояния выражается формулой:

$$\alpha = \left(0,01 + \frac{L}{200\,000} \right) \text{мм},$$

где L — расстояние между прицельной маркой и трубой в мм .

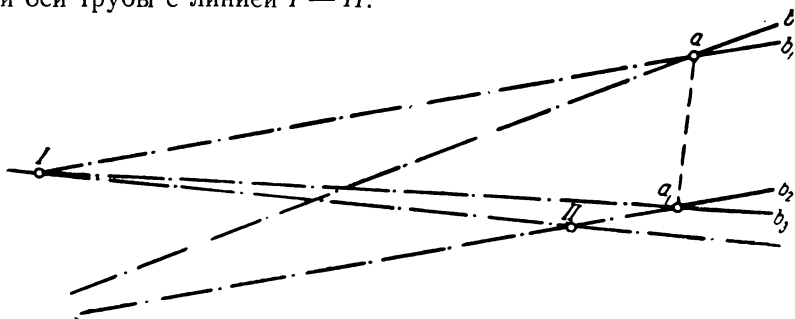
Этой формулой можно пользоваться, если расстояние между прицельной маркой и трубой не более 10 м. Проверка прямолинейности при пользовании оптическими приборами производится в следующем порядке. Допустим, нужно проверить отклонения от оси ряда гнезд подшипников или отверстий. В этом случае трубу устанавливают на простую подставку на расстоянии 1,1 м от ближайшего места измерения. Прицельная марка центрируется посредством втулки или переходного кольца, каждый раз по отверстию или гнезду. Когда нужно проверять какую-либо плоскость, то трубу и лампу устанавливают на ранее проверенных подставках, причем надо иметь в виду, что проверка может начинаться только с расстояния 1,1 м.

Перед началом проверки прибор и измерительные барабаны приводятся в среднеустановочное положение, а визирную марку устанавливают на резкость посредством вращения окуляра. Прицельная марка и лампа придвигаются к трубе и как можно точнее регулируются по высоте. Затем лампу передвигают на другой конец проверяемого расстояния, а прицельная марка сначала устанавливается на минимальном расстоянии 1,1 м, и трубу наводят на штриховую фигуру прицельной марки. После этого проверяют, находится ли она в пределах измерения барабана, и переносят прицельную марку на наибольшее расстояние. Проверку здесь производят таким же путем. Если обе штриховые картины лежат в пределах измерения, то проверку можно начинать. Если же одна или обе установки лежат вне области измерений, то положение прибора улучшают двумя путями.

1. Измерение в высоту: параллельное перемещение трубы по высоте или наклон ее в вертикальной плоскости с помощью трех ножных винтов.

2. Измерения боковые: боковое перемещение прибора, включая подставку, или вращение трубы в горизонтальной плоскости с помощью винтов 1 и 4 (см. фиг. 11).

Для ускорения процесса выверки трубы по ближней и дальней точке необходимые смещения следует производить следующим образом. Если первоначальное направление линии визирования было ab (фиг. 13), то сначала нужно марку поставить в дальнюю точку (положение I) и установить окуляр на резкость, затем поворотом трубы добиться совпадения крестов в положении I , вследствие чего визирная линия ab займет новое положение ab_1 . После этого передвинуть марку в ближайшее положение II и, отрегулировав окуляр на резкость, получить совпадение крестов путем поднятия или опускания оптической оси, сохраняя постоянным угол ее наклона. Визирная линия займет положение a_1b_2 параллельное ab_1 . Выполнив это, снова передвигают марку в положение I и поворотом трубы добиваются совпадения крестов, вследствие чего визирная линия займет положение a_1b_3 . Продолжая выверку тем же порядком, т. е. поворотом трубы при положении I прицельной марки и перемещая ось трубы параллельно самой себе в положении II прицельной марки, можно сравнительно быстро добиться точного совпадения оптической оси трубы с линией $I—II$.



Фиг. 13. Схема настройки трубы.

Совершенной точности установки на обоих конечных положениях не требуется, так как соответствующая этому положению неточность исключается при графическом изображении результатов.

После окончания предварительной установки трубы необходимо ее закрепить легким поджатием винтов.

Измерения производятся следующим образом. Головка b (см. фиг. 11) устанавливается на резкую видимость прицельной марки, находящейся в крайнем положении, и барабаном I она приводится точно в середину визирной марки. Отсчет по барабану записывается, и прицельную марку переставляют на следующее место измерения, ближе расположенное к трубе. Снова ставят головку b на резкость, приводят изображение штрихов прицельной марки к центру креста визира, отсчитывают и записывают полученные значения. В таком порядке идут от места к месту, приближаясь к трубе.

Если нужны более точные отсчеты, то на каждом измеренном отрезке берут не один, а три замера и принимают за истинный размер среднее из трех. При этом замеры следует брать попеременно, приближая прицельную марку к трубе и удаляя ее от трубы, а не три замера друг за другом на одном месте.

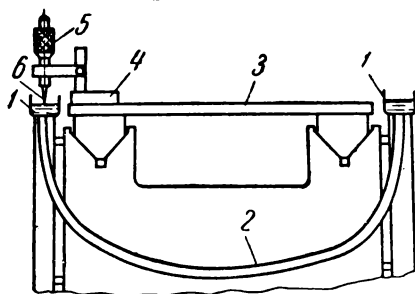
Чтобы прицельную марку было лучше центрировать относительно креста визира, она должна иметь возможность вращаться в своей оправе. Для уменьшения погрешности измерения связанное с люфтами в приборе совмещение меток визирной и прицельной марок нужно производить вращением трубы всегда только в одну сторону.

Приборы для гидростатической проверки прямолинейности. Гидростатический метод применяют для проверки отклонения проверяемых плоскостей от горизонтальной плоскости. Следовательно, при этом методе проверка прямолинейности совмещается с проверкой горизонтальности.

На фиг. 14 показана проверка постели строгального станка. По бокам станины (или на самой станине), вдоль всей ее длины, прочно и неподвижно устанавливаются два желоба 1 из профильного проката (швеллер или угольник) с закрытыми торцами. В желоба наливается какая-либо жидкость, чаще всего вода. На контрольный мостик 3 укрепляется державка 4, несущая микрометрический штихмас 5, измерительный конец которого выполнен в виде иглы 6. Мостик со штихмасом передвигают в места, в которых предполагают брать замеры, и игла приводится в соприкосновение с жидкостью. Показания штихмаса, соответствующие моменту соприкосновения иглы с поверхностью жидкости, записываются. По разностям показаний судят об отклонениях одного участка поверхности направляющих относительно другого.

Этим способом проверяют отклонение от горизонтальности каждой направляющей в отдельности, не учитывая превышения одной направляющей относительно другой. Если же желают одновременно проверять не только горизонтальность направляющих, но и превышение одной направляющей относительно другой, то это проводят с помощью сообщающихся сосудов. Желоба 1 соединяют шлангом 2, жидкость в них устанавливается на одном уровне, и проверка горизонтальности направляющих будет одновременно и проверкой превышения их одна над другой.

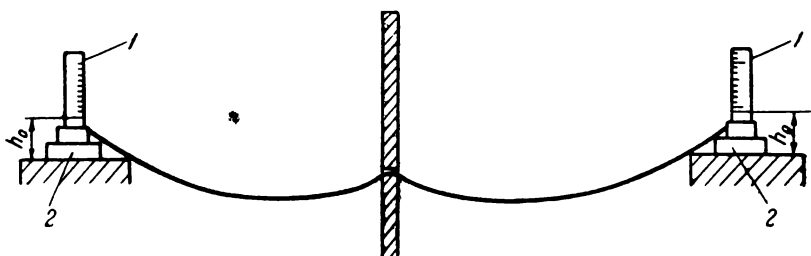
При этих проверках момент касания иглы с жидкостью может определяться на глаз или электрическим методом. При электрическом методе следует сделать соответствующую изоляцию микромет-



Фиг. 14. Схема гидростатической проверки направляющих.

рического штихмаса от державки 4, и если в качестве жидкости применяется вода, то ее нужно сделать токопроводящей. Обычно в нее добавляют некоторое количество соды.

Описанные способы проверки горизонтальности громоздки и недостаточно точны, так как в цехах почти невозможно создать условия, чтобы жидкость не имела колебаний, вызванных различными сотрясениями почвы. Кроме того, определение на глаз момента касания иглой жидкости очень ненадежно и зависит от индивидуальных способностей наблюдающего. Электрический же способ определения указанного момента, хотя он и более точен, чем определение на глаз, требует дополнительной аппаратуры и усложняет подготовку проверки. Поэтому для проверки прямолинейности направляющих предпочитают пользоваться уровнем.



Фиг. 15. Проверка плоскостей с помощью сообщающихся сосудов.

Метод сообщающихся сосудов очень удобен, когда приходится делать сравнительно грубые замеры (с точностью до 1—2 мм) в вертикальной плоскости для поверхностей, лежащих на большом расстоянии друг от друга или отгороженных друг от друга какими-либо преградами. Для таких измерений применяется прибор, состоящий из двух градуированных на миллиметры стеклянных сосудов 1 (фиг. 15), соединенных между собой тонкой резиновой трубкой. Стеклянный градуированный сосуд укреплен в металлической подставке 2 таким образом, что расстояния от подошвы подставки до нулевого деления h_0 для каждого сосуда одинаковы.

Превышение одной поверхности относительно другой определяется в миллиметрах по шкале, нанесенной на сосудах. Для этого замечают, на каком делении шкалы стоит уровень жидкости в каждом сосуде. Разность между этими показаниями дает искомую величину.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие инструменты применяются для измерения линейных размеров?
2. Какие инструменты применяются для измерения углов и плоскостей?
3. В каких условиях контрольные и шпалочные линейки имеют наименьший прогиб от собственного веса?
4. Что такое цена деления уровня?
5. Почему точный уровень нельзя оставлять на солнце и стучать по ампуле?
6. К какой длине относится цена деления уровня?
7. Расскажите о принципе работы оптической грубы.



ГЛАВА IV

ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАНКОВ

1. РЯДЫ ЧИСЕЛ ОБОРОТОВ КОРОБОК СКОРОСТЕЙ И МЕХАНИЗМОВ ПОДАЧ

Ряды чисел оборотов шпинделей станков как у нас в СССР, так и за границей располагают по геометрической прогрессии. Это означает, что каждое последующее число оборотов шпинделя может быть получено из предыдущего путем умножения на определенное и постоянное для данного станка число, называемое знаменателем геометрической прогрессии.

Пусть, например, станок имеет шесть чисел оборотов: $n_1—n_2—n_3—n_4—n_5—n_6$, расположенных по геометрической прогрессии в возрастающем порядке, со знаменателем φ . Тогда:

$$n_2 = n_1\varphi; \quad n_3 = n_2\varphi; \quad n_4 = n_3\varphi; \quad n_5 = n_4\varphi \quad \text{и} \quad n_6 = n_5\varphi.$$

Все числа оборотов можно выразить через n_1 путем постепенной подстановки, а именно:

$$\begin{aligned} n_1; \\ n_2 &= n_1\varphi; \\ n_3 &= n_2\varphi = n_1\varphi\varphi = n_1\varphi^2; \\ n_4 &= n_3\varphi = n_1\varphi^2\varphi = n_1\varphi^3; \\ n_5 &= n_4\varphi = n_1\varphi^3\varphi = n_1\varphi^4; \\ n_6 &= n_5\varphi = n_1\varphi^4\varphi = n_1\varphi^5. \end{aligned}$$

Если обозначить число ступеней скоростей через z (в нашем случае $z = 6$), то последнее максимальное число оборотов можно выразить формулой:

$$n_z = n_1\varphi^{z-1}.$$

Из этой формулы можно определить знаменатель прогрессии φ , он будет равен:

$$\varphi = \sqrt[z-1]{\frac{n_z}{n_1}}.$$

По этой формуле можно у любого станка определить знаменатель прогрессии, по которой расположены числа оборотов его шпинделя. Для этого нужно знать: минимальное число оборотов n_1 , максимальное число оборотов n_z и число ступеней скоростей z .

Для примера применим эту формулу для токарного станка ДИП-300. У него $n_1 = 9,6$; $n_z = 480$ и $z = 18$. Следовательно:

$$\varphi = \sqrt[17]{\frac{480}{9,6}} = \sqrt[17]{50}$$

Для решения логарифмируем формулу:

$$\lg \varphi = \frac{\lg 50}{17}$$

По таблице логарифмов $\lg 50 = 1,69897$, следовательно, $\lg \varphi = \frac{1,69897}{17} = 0,09994$. Этому логарифму по таблице соответствует число 1,26, следовательно, $\varphi = 1,26$.

Определив φ , можно по предыдущим формулам найти значения всех промежуточных чисел оборотов шпинделя.

Таким образом, если приходится ремонтировать станок, у которого отсутствует таблица чисел оборотов или она стерлась и числа оборотов невозможно прочесть, то по приведенным выше формулам таблицу можно восстановить заново.

В советском станкостроении нормалью Н11—1 МСС «Нормальные ряды чисел оборотов в станкостроении» 1943 г. приняты следующие знаменатели прогрессий: 1,06; 1,12; 1,26; 1,41; 1,58; 1,78; 2.

Соответствующие этим знаменателям прогрессий нормальные числа оборотов шпинделей приведены в табл. 18.

В этой таблице числа оборотов всех рядов, кроме $\varphi = 1,41$ и $\varphi = 2,0$, получаются умножением или делением имеющих числа оборотов на 10, 100 и т. д. Например, ряд $\varphi = 1,78$ можно продолжить следующим образом: 10; 18; 31,5; 56; 100; 180 и т. д. Или: 0,56; 0,315; 0,18; 0,1; 0,056 и т. д.

Ряды: $\varphi = 1,41$ и $\varphi = 2,0$ умножать или делить на 10 нельзя, для получения новых чисел оборотов нужно предыдущие числа оборотов умножать или делить на φ . По нормали Н11—1 фактически полученные числа оборотов могут отличаться от нормальных на ± 10 ($\varphi - 1$) процентов.

В табл. 19 произведена проверка, насколько числа оборотов станка ДИП-300 соответствуют нормальным. Из таблицы видно, что фактические числа оборотов этого станка отклоняются от нормального ряда до — 6,3%, по нормали же полагается отклонение не более:

$$10(\varphi - 1) = 10(1,26 - 1) = 2,6\%.$$

Таблица 18

Нормальные числа оборотов шпинделей

$\varphi = 1,06$	$\varphi = 1,12$	$\varphi = 1,26$	$\varphi = 1,41$	$\varphi = 1,58$	$\varphi = 1,78$	$\varphi = 2$
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,06	—	—	—	—	—	—
1,12	1,12	—	—	—	—	—
1,18	—	—	—	—	—	—
1,25	1,25	1,25	—	—	—	—
1,32	—	—	—	—	—	—
1,40	1,40	—	1,40	—	—	—
1,50	—	—	—	—	—	—
1,60	1,60	1,60	—	1,60	—	—
1,70	—	—	—	—	—	—
1,80	1,80	—	—	—	1,80	—
1,90	—	—	—	—	—	—
2,00	2,00	2,00	2,00	—	—	2,00
2,12	—	—	—	—	—	—
2,24	2,24	—	—	—	—	—
2,36	—	—	—	—	—	—
2,50	2,50	2,50	—	2,50	—	—
2,65	—	—	—	—	—	—
2,80	2,80	—	2,80	—	—	—
3,00	—	—	—	—	—	—
3,15	3,15	3,15	—	—	3,15	—
3,35	—	—	—	—	—	—
3,55	3,55	—	—	—	—	—
3,75	—	—	—	—	—	—
4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	—	4,00
4,25	—	—	—	—	—	—
4,50	4,50	—	—	—	—	—
4,75	—	—	—	—	—	—
5,00	5,00	5,00	—	—	—	—
5,30	—	—	—	—	—	—
5,60	5,60	—	5,60	—	5,60	—
6,00	—	—	—	—	—	—
6,30	6,30	6,30	—	6,30	—	—
6,70	—	—	—	—	—	—
7,10	7,10	—	—	—	—	—
7,50	—	—	—	—	—	—
8,00	8,00	8,00	8,00	—	—	8,00
8,50	—	—	—	—	—	—
9,00	9,00	—	—	—	—	—
9,50	—	—	—	—	—	—

Таблица 19

Проверка фактических чисел оборотов станка ДИП-300

Порядковый номер чисел оборотов	Фактическое число оборотов	Числа оборотов нормального ряда для $\varphi=1,26$	Отклонение от нормального ряда в %	СТ 20 ГУСИП 1578
1	9,6	10	-4,0	9,5
2	12	12,5	-4,0	11,8
3	15	16,0	-6,3	15,0
4	19	20,0	-5,0	19,0
5	24	25,0	-4,0	23,5
6	30	31,5	-4,7	30,0
7	38	40,0	-5,0	37,5
8	48	50,0	-4,0	47,5
9	60	63,0	-4,8	60,0
10	75	80,0	-5,1	75,0
11	96	100,0	-4,0	95,0
12	120	125,0	-4,0	118,0
13	150	160,0	-6,3	150,0
14	190	200,0	-5,0	190,0
15	240	250,0	-4,0	235,0
16	300	315,0	-4,8	300,0
17	380	400,0	-5,0	375,0
18	480	500,0	-4,0	475,0

Такие большие отклонения объясняются тем, что станок ДИП-300 выпущен до утверждения нормы чисел оборотов Н11—1 и числа оборотов его соответствуют действовавшему тогда стандарту СТ 20 ГУСИП 1578. Числа оборотов по этому стандарту приведены в последней колонке табл. 19.

Ряды чисел двойных ходов таких станков, как долбежные, поперечно- и продольно-строгальные берутся также по геометрической прогрессии из нормальных рядов чисел оборотов.

Ряды ступеней механизмов подач осуществляются по геометрической или арифметической прогрессии, но часто не соблюдается ни та ни другая прогрессия, и величины промежуточных подач распределяются равномерно между величинами максимальной и минимальной подачи.

2. МОЩНОСТЬ

Наблюдая нормальную эксплуатацию станков, ремонтники часто имеют дело с мощностью и крутящим моментом, которые можно допустить для того или иного станка. Поэтому ремонтникам необхо-

можно знать расчеты этих величин. Различают потребляемую мощность $N_{потр}$ и эффективную мощность $N_э$.

Потребной мощностью называется мощность, которая подводится к станку. Для станков с индивидуальным приводом она равна мощности электродвигателя, т. е.:

$$N_{потр} = N_м$$

Эффективной мощностью называется мощность, которую можно получить на шпинделе станка. Эта мощность идет на работу резания, а поэтому она иногда называется полезной мощностью.

Потребная мощность всегда больше эффективной, потому что часть ее тратится на преодоление работы трения в механизмах станка. Эта часть мощности является потерянной, так как она расходуется только на нагрев и износ деталей станка.

Отношение эффективной мощности к потребляемой называется коэффициентом полезного действия станка (сокращенно к. п. д.) и обозначается греческой буквой η (эта). Сказанное можно выразить формулой:

$$\eta = \frac{N_э}{N_{потр}}; \quad (1)$$

откуда можно получить:

$$N_{потр} = \frac{N_э}{\eta} \quad (2)$$

или

$$N_э = N_{потр} \eta. \quad (3)$$

Таким образом, зная η и $N_э$, можно определить $N_{потр}$ и, наоборот, зная η и $N_{потр}$, определить $N_э$.

Как сказано выше, $N_э$ расходуется на резание. Эффективную мощность можно выразить формулой:

$$N_э = \frac{P_z v}{75 \cdot 60} = \frac{P_z v}{4500} \text{ л. с.}, \quad (4)$$

где P_z — усилие резания в кг;

v — скорость резания в м/мин;

$$v = \frac{\pi d n}{1000} \text{ м/мин}, \quad (5)$$

где $\pi = 3,14$;

d — диаметр обработки в мм;

n — число оборотов изделия или инструмента в минуту.

В приведенных формулах мощность определена в лошадиных силах (л. с.), однако часто мощность выражается в киловаттах (квт). Чтобы получить киловатты, необходимо мощность в л. с. разделить на число 1,36:

$$\frac{N \text{ л. с.}}{1,36} = N \text{ квт}. \quad (6)$$

Зная эти формулы, можно проверить, насколько правильно загружаются станки. Допустим, требуется проверить фактическое использование мощности токарного станка ДИП-200. У этого станка мощность мотора $N_m = 3,8$ квт, или $3,8 \cdot 1,36 = 5,2$ л. с.

Считая коэффициент полезного действия станка $\eta = 0,75$, по формуле (3) получаем, что на шпинделе он может дать мощность:

$$N_s = N_m \eta = 5,2 \cdot 0,75 = 3,9 \text{ л. с.}$$

Обрабатывается сталь с временным сопротивлением разрыву $\sigma_B = 75$ кг/мм²; диаметр обработки $d = 200$ мм; работа производится на оборотах $n = 304$ об/мин. (по паспорту); глубина резания $t = 2$ мм; подача $s = 0,2$ мм/об.

По нормативам режимов резания, имеющимся в цехе, или по справочнику режимов резания для данной стали и сечения стружки $P_z = 111$ кг.

По формуле (5) определяем скорость резания:

$$v = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 304}{1000} = 191 \text{ м/мин.}$$

Теперь по формуле (4) можно определить, какая эффективная мощность требуется для данной работы:

$$N_s = \frac{P_z v}{4500} = \frac{111 \cdot 191}{4500} = 4,7 \text{ л. с.}$$

Станок же нормально может дать только $N_s = 3,9$ л. с. Следовательно, он работает с перегрузкой, отчего ремень буксует и быстро изнашивается.

Если передача была бы непосредственно от электродвигателя, то он при работе на такой перегрузке нагревался бы.

Уменьше производить подобные расчеты требуется ремонтникам не только для того, чтобы наблюдать за нормальным использованием станков, но и для ясного представления о состоянии работающих станков.

Не умея рассчитывать потребную мощность на резание, при перегреве электродвигателя ремонтники обычно ограничивают режимы резания, вместо того, чтобы выяснить и устранить действительную причину перегрузки двигателя. Так, например, иногда ослабнувшее крепление кронштейна, несущего втулку какого-либо валика, создает при работе настолько большое заклинивание шейки валика, что при нормальной и даже ниже нормальной нагрузке двигатель станка перегружается и греется.

В данном случае правильный расчет к. п. д. станка и мощности резания убедительно показывает, что причина перегрузки двигателя заключается в неисправности кинематической цепи станка и что надо найти и устранить эту неисправность, пока она не привела к аварии, а не снижать режимы резания.

3. РАСЧЕТ КОЭФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ СТАНКА

К. п. д. указывается в паспорте станка. Тем не менее бывают случаи, когда станки не имеют паспорта или станки модернизированы. В этих случаях к. п. д. необходимо определять расчетом. Для грубых ориентировочных расчетов к. п. д. станков с главным вращательным движением принимают $\eta = 0,75 \div 0,85$. Для более точных расчетов к. п. д. определяют по элементам, входящим в кинематическую цепь станка.

Общий к. п. д. станка η_{cm} будет равен произведению к. п. д. отдельных элементов, входящих в кинематическую цепь станка, т. е.

$$\eta_{cm} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \dots \cdot k, \quad (7)$$

где η_1, η_2, η_3 и т. д. — к. п. д. отдельных элементов кинематической цепи главного рабочего движения;

k — коэффициент, учитывающий расход мощности на трение в механизме подачи.

Средние значения к. п. д. элементов передач приведены в табл. 20.

Для примера произведем расчет к. п. д. станка ДИП-200 для цепи, дающей 300 об/мин. В этой цепи имеется ременная передача, пять пар зубчатых передач со шлифованными зубьями, четыре вала с подшипниками качения и один вал с подшипниками скольжения. Следовательно, к. п. д. данной цепи при $k = 0,96$ будет:

$$\eta_{cm} = 0,98 \cdot 0,99^5 \cdot 0,995^4 \cdot 0,97 \cdot 0,96 = 0,85.$$

Решение этого уравнения удобнее вести логарифмированием, тогда:

$$\begin{aligned} \lg \eta_{cm} &= \lg 0,98 + 5 \lg 0,99 + 4 \lg 0,995 + \lg 0,97 + \lg 0,96 \\ \lg 0,98 &= 1,99123 = -0,00877 \\ 5 \lg 0,99 &= 1,99564 \cdot 5 = -0,00436 \cdot 5 = -0,02180 \\ 4 \lg 0,995 &= 1,99782 \cdot 4 = -0,00218 \cdot 4 = -0,00872 \\ \lg 0,97 &= 1,98677 = -0,01323 \\ \lg 0,96 &= 1,98227 = -0,01773 \end{aligned}$$

Сумма — 0,07025

Следовательно, $\lg \eta_{cm} = -0,07025 = 1,92975$.

Логарифму $\bar{1},92975$ соответствует число 0,85.

4. КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ

Ремонтник должен хорошо разбираться в паспортах станков, так как в них занесены все характеристики станков, а также все данные о наибольших нагрузках, которые допускают различные механизмы и устройства станка. Превышение этих нагрузок может привести к поломке станка. В частности, в паспорте имеются: наибольшее допустимое усилие резания P_z , наибольшее усилие подачи P_x и наибольшие крутящие моменты для каждого числа оборотов шпинделя.

Крутящим моментом называется произведение силы на плечо,

Таблица 20

Средние значения к. п. д. элементов передач

Характеристика элементов передач	К. п. д.
Ременная передача открытая, без натяжного ролика	0,98
Ременная передача открытая, с натяжным роликом	0,97
Клиноременная	0,96
Зубчатая передача с цилиндрическими колесами:	
с шлифованными зубьями	0,99
с нарезанными зубьями	0,98
с коническими зубьями	0,97
Червячная передача:	
при насадном червяке однозаходном	0,68
при двухзаходном	0,75
при трехзаходном	0,81
Червячная передача:	
при ненасадном червяке однозаходном	0,72
при двухзаходном	0,80
при трехзаходном	0,83
Цепная передача:	
роликовой цепью	0,96
зубчатой (бесшумной) цепью	0,97
Подшипники качения	0,995
Подшипники скольжения при нормальной смазке	0,97
Кулиса и ползун в шепингах и долбежных станках	0,90
Коэффициент k , учитывающий расход мощности в механизмах подачи:	
токарных и сверлильных станков	0,96
фрезерных станков	0,85
автоматов	0,92
Станки с непрерывной подачей, осуществляемой во время холостого хода (строгальные, долбежные)	1,0

на котором она действует. Например, шпиндель преодолевает усилие резания, которое приложено касательно к окружности обрабатываемой детали, следовательно, крутящий момент на шпинделе будет:

$$M = \frac{P_z d}{2}$$

где d — диаметр обработки.

Крутящий момент на приводном шкиве будет:

$$M = \frac{Pd}{2},$$

где P — сила натяжения ремня (берется из справочников);
 d — диаметр шкива.

В паспортах для удобства расчетов записывается значение двойного крутящего момента, т. е. $2M$ и измеряется он в килограммометрах.

У станков с индивидуальным приводом мощность на любой ступени скорости остается постоянной, а крутящий момент меняется обратно пропорционально числу оборотов шпинделя, т. е. чем больше число оборотов, тем меньше крутящий момент, и наоборот.

У станков со ступенчато-шкивным приводом с числом оборотов меняется и мощность и крутящие моменты, так как натяжение ремня на всех ступенях шкива одно и то же, а диаметры и числа оборотов их разные.

Двойной крутящий момент на шкиве равен:

$$2M = \frac{Pd}{1000} \text{ кгм}, \quad (8)$$

где P — натяжение ремня в кг;

d — диаметр шкива в мм.

Двойной крутящий момент на шпинделе равен:

$$2M = \frac{P_z d}{1000} \text{ кгм}, \quad (9)$$

где P_z — усилие резания в кг;

d — диаметр обработки в мм.

Двойной крутящий момент можно выразить также через мощность и число оборотов:

$$2M = 1432,4 \frac{N}{n} \text{ кгм}.$$

Продолжим пример на расчет крутящего момента. По паспорту допустимый двойной крутящий момент на ступени $n = 304$ об/мин. равен $2M = 19,2$ кгм.

По формуле (9) получается:

$$2M = \frac{P_z d}{1000} = \frac{111 \cdot 200}{1000} = 22,2 \text{ кгм}.$$

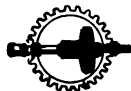
Если бы нам не было известно P_z , но известно N_s , можно было бы применить формулу (10), по ней получается:

$$2M = 1432,4 \frac{N_s}{n} = 1432,4 \frac{4,7}{304} = 22,2 \text{ кгм.}$$

Таким образом, и по крутящему моменту станок оказывается перегруженным.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. По какому принципу строятся ряды чисел оборотов станков?
2. Какие знаменатели прогрессии приняты в станкостроении для рядов чисел оборотов?
3. Как определить эффективную мощность станка?
4. Что такое коэффициент полезного действия станка?
5. Как определить скорость резания?
6. Как определить двойной крутящий момент станка?





ГЛАВА V

ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТАНКОСТРОЕНИИ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В станкостроении применяются самые разнообразные материалы, но основными из них являются металлы и их сплавы: чугун, сталь различных марок и сортов, бронзы и их заменители, баббиты и их заменители.

Качество металлов и возможность применения того или иного металла для изготовления конкретной детали определяется их физико-механическими свойствами. Физико-механические свойства сплава в основном определяются его химическим составом, прочностью, вязкостью и твердостью.

Прочность определяется в основном величиной силы, которую выдерживает металл до разрушения (разрыва, раздавливания, скручивания и т. п.). Это усилие является пределом прочности данного металла и обычно относится к одному квадратному миллиметру сечения образца, который подвергался испытанию. Обычно о пределе прочности судят по испытанию на разрыв и обозначают его σ_B (сигма бэ). Вязкость металла в основном определяется удлинением образца до момента его разрыва. Удлинение определяется в процентах и первоначальной (до испытания на разрыв) его длине.

Твердость материала определяется различными способами, основные из них: твердость по Бринеллю (H_B), твердость по Роквеллу (H_{RC}), твердость по Виккерсу (H_V). Основное различие этих способов в том, что замеры твердости делаются различными приборами, называемыми приборами Бринелля, Роквелла и Виккерса. Прибором Бринелля определяется твердость сравнительно мягких металлов, а приборами Роквелла и Виккерса — твердых. Прибор Роквелла имеет три шкалы: R_C , R_A , R_B . Наиболее часто применяется шкала R_C .

В табл. 21 приводится сравнение показаний единиц твердости, измеренной приборами Бринелля, Роквелла и Виккерса.

2. ЧУГУНЫ

В современном станкостроении чугунное литье получило широкое распространение: оно составляет в общем весе станков 60—75%.

Сравнительная таблица твердости, определяемая приборами
Бринелля, Роквелла и Виккерса

Бринелль H_B	Роквелл			Виккерс H_V	Бринелль H_B	Роквелл			Виккерс H_V
	R_C	R_A	R_B			R_C	R_A	R_B	
782	72	89	—	1220	262	27	—	—	261
744	69	87	—	1114	255	26	—	—	255
713	67	85	—	1021	248	25	—	—	250
683	65	84	—	940	241	24	—	100	240
652	63	83	—	867	235	23	—	99	235
627	61	82	—	803	229	22	—	98	226
578	58	80	—	694	223	21	—	97	221
555	56	79	—	649	217	20	—	97	217
532	54	78	—	606	212	19	—	96	213
512	52	77	—	587	207	18	—	95	209
495	51	76	—	551	202	—	—	94	201
477	49	76	—	534	196	—	—	93	197
460	48	75	—	502	192	—	—	92	190
444	47	74	—	474	187	—	—	91	186
415	44	73	—	435	183	—	—	89	183
401	43	72	—	423	179	—	—	88	177
388	41	71	—	401	174	—	—	87	174
375	40	71	—	390	170	—	—	86	171
363	39	70	—	380	166	—	—	85	165
352	38	—	—	361	163	—	—	84	162
340	37	—	—	344	159	—	—	83	159
332	36	—	—	335	156	—	—	82	154
321	35	—	—	320	153	—	—	81	152
311	34	—	—	312	149	—	—	80	149
302	33	—	—	305	146	—	—	78	147
293	31	—	—	291	143	—	—	76	144
286	30	—	—	285	—	—	—	—	—
277	29	—	—	278	—	—	—	—	—
269	28	—	—	272	—	—	—	—	—

Объясняется это целым рядом положительных качеств чугунного литья. Так, например, чугун хорошо отливается в формы, дешев, легко обрабатывается и обладает способностью быстро гасить появляющиеся во время работы станка вибрации, что очень важно для точных станков.

Однако, за последнее время появляются станки со станинами, свариваемыми из листового проката, например, станины протяжных станков. Основной недостаток стальных сварных конструкций — малая способность к гашению вибраций устраняется приваркой до-

Таблица 22

Литье из серого чугуна

Класс чугуна	Марка по ГОСТ В 1412-48	Твердость по Бринеллю H_B	Величина и характер напряжений, испытываемых при работе	Характеристика применения
I	СЧ 21-40	170-241	Детали, испытывающие напряжения изгиба примерно до 5 кг/мм^2	Основные детали, работающие на износ при удельном давлении свыше 5 кг/см^2 , например, станины, стойки и колонны станков; патроны токарных станков; крупные звездочки при окружной скорости меньше 4 м/сек ; зубчатые колеса, работающие без ударов при окружной скорости меньше 6 м/сек ; шпиндели планшайб карусельных станков, полые шпиндели расточных станков и т. п.
II	СЧ 18-36 СЧ 15-32	170-229 163-229	Детали, испытывающие изгибающие напряжения примерно до 1 кг/мм^2	Детали, работающие на износ при удельном давлении, меньше 5 кг/см^2 , например, станины станков, колонны сверлильных станков, коботы фрезерных станков. Все детали весом выше 3 т с резкими переходами по сечению, работающие в условиях износа: корпуса коробок скоростей, супорты, каретки, работающие в сопряжении с деталями из чугуна I класса и др.
III	СЧ 12-28	143-229	Детали, испытывающие небольшие напряжения, главным образом, от собственного веса	Детали, не работающие на износ: стойки, основания, крышки, кожухи и т. п.

Примечание. В обозначениях марки чугунов первая цифра означает предельное сопротивление разрыву в кг/мм^2 , а вторая — предельное сопротивление изгибу в кг/мм^2 .

полнительных ребер жесткости и другими конструктивными усовершенствованиями.

Наибольшее распространение в станкостроении получили обычные серые чугуны. Их характеристика и примеры применения помещены в табл. 22.

Ответственные чугунные отливки, например станины, а часто и корпуса коробок скоростей подвергаются старению для снятия внутренних напряжений, возникающих при остывании отливок. Старение производится после грубой обдирки заготовок. Старение применяется двух видов: естественное и искусственное.

Естественное старение заключается в том, что ободранная заготовка вылеживается на воздухе в течение двух-четырех месяцев. в зависимости от сложности и величины отливки. При искусственном старении ободранную заготовку нагревают в печи до температуры 500—550°, скорость нагрева 40—50° в час. По достижении заготовкой температуры 500—550° ее выдерживают при этой температуре 3—6 час. (в зависимости от толщины сечения стенок заготовки) и охлаждают вместе с печью до температуры 150° со скоростью 20° в час.

Стальные сварные станины также подвергаются термообработке для снятия внутренних напряжений, получившихся в результате сварки. Термообработка заключается в том, что станина нагревается в печи в течение 4—6 час. до 600—800°, выдерживается при этой температуре в течение 10—15 мин. на каждые 5 мм толщины наиболее толстого листа и охлаждается вместе с печью до 200° со скоростью 1° в минуту для станин нормальной точности и скоростью 0,2° в минуту для станин высокой точности.

Направляющие станин из чугуна нормальной твердости подвергаются значительному износу в процессе работы. Для повышения износостойкости направляющих их часто подвергают поверхностной закалке токами высокой частоты или подогревом кислородно-ацетиленовым пламенем до твердости 40—50 R_c

Таблица 23

Отливки из модифицированного чугуна

Марка чугунов по ГОСТ 2611-44	Твердость HВ	Назначение чугуна
МСЧ 38—60 МСЧ 35—56	197—262 197—248	Для отливок простой конфигурации при толщине стенок выше 20 мм: станины, супорты, каретки, корпуса гидронасосов и т. п.
МСЧ 28—48	170—241	Для отливок особо сложной конфигурации с резкими переходами толщины стенок (от 8 мм): патроны, шестерни и т. п.

Поверхностная закалка направляющих повышает их износостойкость в несколько раз по сравнению с сырыми направляющими.

Модифицированный чугун. Модифицированный чугун применяется для сильно нагруженных деталей станков особо сложной конфигурации, требующих материала повышенной прочности (σ_B до 30—40 кг/мм²). Назначение модифицированного чугуна для деталей станков приведено в табл. 23.

Антифрикционный чугун. Антифрикционным чугуном называется чугун с небольшими добавками легирующих элементов: 0,2—0,35% хрома, 0,3—0,4% никеля, 0,2—0,3% меди и 0,10—0,15% алюминия. Этот чугун применяется в станкостроении как антифрикционный материал для подшипников, работающих при окружных скоростях не более 2 м/сек и при удельном давлении не более 20 кг/см², но при произведении удельного давления на окружную скорость p_v меньше 20 кгм/см² сек. Такие подшипники хорошо работают при условии тщательной обработки сопряженных поверхностей и наличии зазоров, повышенных на 10—25% по сравнению с бронзовыми подшипниками. Наилучшая работа получается, когда шейки вала имеют твердость не меньше 40—45 R_c . Твердость отливки $H_B = 170 \div 229$.

В станкостроении применяются антифрикционные чугуны марок СЧ Ц—1 и СЧ Ц—2.

Ковкий чугун. Ковкий чугун в станкостроении применяется редко. Из него изготавливаются рычаги, ручки и другие детали, которые могут подвергаться ударам в работе.

Высокопрочные чугуны. За последнее время некоторые заводы применяют высокопрочные чугуны с шаровидной формой графита. Эти чугуны применяются для сильно нагруженных деталей уникальных станков. Высокопрочный чугун с успехом заменяет сталь, обладает антифрикционными свойствами и применяется в тех случаях, когда конструкция детали затрудняет или делает невозможной отливку ее из стали. На одном заводе успешно работают планшайбы уникальных токарных станков и др. детали, отлитые из высокопрочного чугуна.

3. СТАЛИ

В отношении применения сталей советское станкостроение характеризуется, в отличие от заграничного станкостроения, почти полным отказом от применения высоколегированных дорогих сталей. Как правило, в настоящее время в станкостроении применяются лишь углеродистые и низколегированные стали. Необходимое качество деталей обеспечивается соответствующей обработкой поверхностей и термообработкой.

В табл. 24 приводится назначение марок сталей для изготовления деталей станков, за исключением некоторых основных видов деталей, выбор заготовок для которых рассматривается ниже, отдельно для каждого вида деталей.

Стали, применяемые для изготовления деталей станков

Марка стали	Вид термической обработки и твердость	Область применения
A12 A15 A35	Жидкостная цементация или цианирование	Мелкие малонагруженные детали, которые требуют высокую поверхностную прочность и чистую поверхность после термообработки: винты, гайки, шпильки и пр.
15	Цементация, закалка и отпуск, $R_C = 56 \div 62$	Малонагруженные мелкие и средние детали простой конфигурации, работающие на истирание: втулки, ролики, упоры, оси, планки и пр.
35	Нормализация	Малонагруженные детали: ходовые валики, оси, соединительные втулки, рычажки и пр.
35	Закалка и отпуск, $R_C = 30 \div 40$	Мелкие детали, которые требуют повышенную прочность: винты, гайки и пр.
45	Закалка и отпуск, $R_C = 40 \div 50$	Детали, от которых требуется местная высокая твердость: валы, крупные оправки, планки и пр.
45	Поверхностная закалка т. в. ч., $R_C = 48 \div 58$	Детали с высокой поверхностной твердостью при минимальной деформации: шлицевые гайки, упоры, валы и пр.
40X	Поверхностная закалка т. в. ч., $R_C = 48 \div 60$	Детали с высокой поверхностной твердостью и износоустойчивостью при незначительной деформации при термообработке: валы в подшипниках скольжения, планки, кулачковые муфты, роторы гидроприводов, втулки, кольца и пр.
20X	Цементация, закалка и отпуск, $R_C = 56 \div 62$	Детали, требующие твердую износоустойчивую поверхность при наличии достаточно прочной и вязкой сердцевины, кулачковые муфты, оправки, направляющие станин и пр.
65Г	Закалка и отпуск, $R_C = 58 \div 62$ (пружинящая часть цапг подвергается отпуску на твердость $R_C = 40 \div 45$)	Детали, которые должны иметь высокую прочность, износоустойчивость и пружинящие свойства: цапги, зажимающие и подающие
65Г	Закалка и отпуск, $R_C = 40 \div 46$	Детали с повышенными упругими свойствами: пружинящие кольца, пружины плоские и крупные спиральные (диаметр выше 6 мм)
ШХ15	Закалка и отпуск, $R_C = 59 \div 63$	Детали с высокой износоустойчивостью и общей прочностью: статоры гидроприводов, копиры, ролики, направляющие втулки и пр.

Таблица 25

Стали, применяемые для изготовления шпинделей (по данным ЭНИМС)

Условия работы и характеристика шпинделей	Марка стали		Вид термообработки	Твердость	
	основная	заменяющая		HВ	RC
Работающие в подшипниках скольжения при больших окружных скоростях	20X	20XГ	Цементация, закалка и отпуск	—	56—62
То же при больших окружных скоростях	40X	35X 45X	Закалка с нагревом т. в. ч.	—	54—60
Работающие в подшипниках качения при больших нагрузках	40X	35X 45X 35XГС	Закалка и отпуск	—	35—42
То же при малых нагрузках	40X	45X	Закалка и высокий отпуск (улучшенне)	230 - 260	23 - 27
Требующие высокую износоустойчивость и прочность	40XЮ 40XМЮ	38XМЮ	Азотирование	—	750—1000 по Виккерсу
Требующие достаточно высокую износоустойчивость	45	50	Закалка с нагревом ТВЧ	—	54—60
Малонагруженные диаметром до 70 мм, работающие в подшипниках качения	45	50 МСт. 6	Закалка и высокий отпуск (улучшение)	220—250	—
Для тяжелых станков, работающих в подшипниках качения	50Г2	40XC 65Г 45Г2	Нормализация	196—217	—

Шпиндели изготавливаются из сталей, марки которых приводятся в табл. 25.

Из таблицы видно, что шпиндели разделяются на две основные группы: шпиндели, работающие в подшипниках скольжения, и шпиндели, работающие в подшипниках качения.

Для первой группы шпинделей, помимо их прочности и жесткости, большое значение имеет износоустойчивость шеек, работающих на трение скольжения. Поэтому для этих шпинделей назначается цементируемая сталь с последующей закалкой на высокую твердость поверхности с мягкой сердцевиной основного металла или закаливающаяся сталь с поверхностной закалкой токами высокой частоты или азотированием. Для второй группы шпинделей высокая твердость поверхности шеек не требуется, поэтому для них выбирают

Таблица 26

Рекомендуемые стали для ходовых винтов и способы уменьшения деформации их
(по данным ЭНИМС)

Характеристика винтов		Марка стали	Характер и режим обработки для сокращения деформаций винтов		
степень точности и применение	длина в м		до механической обработки	контрольная твердость НВ	в процессе механической обработки
Винты станков типа СИП и точных приборов	До 1,5	У12А	Отжиг на зернистый перлит, если сталь плохо отожжена	≤207	После обдирки отжиг при температуре 500°
Винты точных и резьбошлифовальных станков	До 1,5	45	Отожженная на пластинчатый перлит с ферритом	≤207	То же
		X1335	Холоднотянутая с отжигом при температуре 500°	≤202—228	После чернового нарезания—старение при температуре 225—250° в течение 20 часов
Винты токарных и резьбофрезерных станков	До 1,5	45 горячекатанная	Отожженная на пластинчатый перлит с ферритом	≤207	После обдирки—отжиг при температуре 500°
		45 калиброванная	То же	≤207	После чернового нарезания—старение при температуре 225—250° в течение 20 час.
Винты подачи токарных, расточных, строгальных и других станков	Св. 1,5	X1335	Холоднотянутая с отжигом при температуре 500°	≤202—228	После чернового нарезания—старение при температуре 225—250° в течение 20 часов
		X1335 45	То же Отожженная на пластинчатый перлит с ферритом	≤202—228 ≤207	После чернового нарезания длинные винты, если старение их в силу их громоздкости невозможно,

Таблица 26 (окончание)

Характеристика винтов		Марка стали	Характер и режим обработки для сокращения деформаций винтов		
степень точности и применение	длина в м		до механической обработки	контрольная твердость <i>HV</i>	в процессе механической обработки
Винты управления, подъема, зажимных устройств и пр.	До 1,5	45 горячекатанная	Отожженная на пластинчатый перлит с ферритом	≤ 207	должны подвергаться вылеживанию в течение 10—12 суток для уменьшения остаточных напряжений
		X1335	Холоднотянутая с отжигом при температуре 500°	≤ 202—228	

стали с большим содержанием углерода, но термообработка обеспечивает повышение вязкости стали за счет снижения твердости.

Ходовые винты изготавливаются из стали, марки которой приводятся в табл. 26. Ходовые винты должны изготавливаться из стали, обладающей хорошей износоустойчивостью и в то же время хорошо обрабатываемой механически, так как это снижает величину деформаций, возникающих в процессе механической обработки.

Основными причинами появления деформаций в процессе механической обработки являются остаточные напряжения, имеющиеся в стальных заготовках, и напряжения, возникающие в результате срезания стружки в процессе черновой обработки заготовки и особенно черновой прорезки резьбы. Поэтому заготовкам перед механической обработкой назначают термообработку для снятия остаточных напряжений, а после обдирки или черновой прорезки резьбы назначают низкотемпературный (при 500°) отжиг или старение.

Сильно изогнутые заготовки или винты нельзя править в холодную, так как в дальнейшем они снова склонны к деформации.

В станкостроении зубчатые колеса в основном изготавливаются из углеродистых и низколегированных сталей (см. табл. 27). Мелкие шестерни насосов с небольшим числом зубьев (9—14) иногда изготавливаются из сталей марок 40ХН и 12ХН3. Мелкие быстроходные шестерни, главным образом шестерни двигателя, работающие в паре со стальными колесами, изготавливаются часто из бронз ОЦ 6—6—3 и АЖ 9—4, а наиболее ответственные — из бронз ОФ 10—1 и ОЦ 10—2.

В целях уменьшения шума быстроходные шестерни часто изготавливаются из текстолита, лигнолита, фибролита, искусственной кожи и тому подобных материалов.

Червячные передачи работают в условиях большого относитель-

Таблица 27

Стали, применяемые для изготовления зубчатых колес (по данным ЭНИМС)

Условия работы и характеристика	Марка стали		Вид термообработки	Твердость	
	основная	заменяющая		H _B	R _C
Мелкие шестерни, работающие в условиях больших скоростей и средних давлений и подвергающиеся ударным нагрузкам	15	20 15Г	Цементация, закалка и низкий отпуск	Сердцевина 142—156	56—62
Ответственные шестерни сложной конфигурации, работающие при больших скоростях и средних давлениях и подвергающиеся в работе толчкам и ударам	20X	20ХГ	Цементация, закалка и отпуск	Сердцевина 217—269	—
Шестерни, работающие при низких скоростях и средних давлениях	45	МСт. 6 50	Закалка и высокий отпуск (улучшение)	220—250	—
Шестерни, работающие при больших скоростях и средних давлениях без ударных нагрузок	45	50	Закалка т. в. ч. и низкий отпуск	—	50—54
Шестерни, работающие при небольших скоростях и средних давлениях	40X	45X 35X 35ХГС	Закалка и высокий отпуск (улучшение)	220—260	23—27
Шестерни, работающие при высоких давлениях и средних скоростях	40X 35ХМ	35ХГС 40ХС	Закалка и низкий отпуск	—	45—50
Шестерни высокой точности и износоустойчивости, работающие при высоких скоростях и невысоких удельных давлениях без резких толчков и ударов	40X	35X	Цианирование или жидкостная цементация и низкий отпуск	—	48—53
Шестерни, работающие на высоких скоростях и средних удельных давлениях без резких толчков и ударов	40X	—	Закалка т. в. ч.	—	52—56
Крупные шестерни, работающие при средних скоростях и средних удельных давлениях	50Г2	45Г2; 40ХС	Закалка и высокий отпуск	—	28—33

Таблица 28
Основные элементы химического состава сталей, применяемых
в станкостроении

Марка стали	Содержание основных элементов в %						
	углерод	хром	никель	марганец	молибден	кремний	алюминий
A12	0,8—0,16	—	—	0,6—0,9	—	—	—
15	0,10—0,20	—	—	0,35—0,6	—	—	—
15Г	0,10—0,20	—	—	0,7—1,0	—	—	—
20	0,15—0,25	—	—	0,35—0,6	—	—	—
20X	0,15—0,25	0,6—0,9	—	—	—	—	—
20XГ	0,15—0,25	0,6—0,9	—	0,7—1,0	—	—	—
35	0,30—0,40	—	—	0,4—0,7	—	—	—
35X	0,30—0,40	0,8—1,1	—	0,5—0,8	—	—	—
35XГC	0,30—0,40	1,1—1,4	0,5	0,8—1,1	—	1,1—1,4	—
35XM	0,32—0,40	0,8—1,1	—	0,4—0,7	0,15—0,25	—	—
40	0,35—0,45	—	—	0,45—0,7	—	—	—
40X	0,35—0,45	0,8—1,1	—	0,5—0,8	—	—	—
40XC	0,35—0,45	1,3—1,6	—	0,3—0,6	—	1,2—1,6	—
40XH	0,35—0,45	0,5—0,8	1,25—1,75	0,5—0,8	—	0,4—0,75	—
45	0,40—0,50	—	—	0,5—0,8	—	—	—
45X	0,40—0,50	0,8—1,1	—	0,5—0,8	—	—	—
45Г2	0,40—0,50	≤0,3	≤0,3	1,4—1,8	—	—	—
50	0,45—0,55	—	—	0,45—0,7	—	—	—
50Г2	0,40—0,50	—	—	—	—	—	—
65Г	0,60—0,70	—	—	0,7—1,6	—	—	—
X1335	0,30—0,40	—	—	1,35—1,65	—	—	—
38XMЮ	0,35—0,42	1,35—1,65	—	—	0,4—0,6	—	0,7—1,1
У12А	0,10—1,25	—	—	0,15—0,25	—	—	—
12XH3	0,10—0,16	0,60—0,90	2,75—3,25	—	—	—	—
ШХ15	0,95—1,1	1,30—1,65	—	—	—	—	—

Примечания. 1. Первые двухзначные цифры в маркировке стали обозначают содержание углерода в сотых долях процента.

2. Буква Г обозначает повышенное содержание марганца, цифры после буквы Г обозначают приблизительное содержание марганца, когда его содержание выше 1%.

3. Буквы означают повышенное содержание в стали X — хрома, М — молибдена и Н — никеля, цифра после буквы Н означает приблизительное содержание никеля в % буква С — повышенное содержание кремния и буква Ю — алюминия.

4. Буква А, стоящая в конце знака марки, характеризует повышенное качество стали, а впереди марок углеродистых сталей — определяет так называемую автоматную сталь, предназначенную для обработки на автоматах.

5. Стали с добавкой алюминия, т. е. те, в маркировке которых стоит буква Ю, применяются тогда, когда поверхность деталей подвергается азотированию.

ного скольжения, причем эти передачи в станках обычно работают длительное время без перерывов. Поэтому правильный выбор заготовок для червячных пар имеет очень большое значение. Материал червяка должен, помимо прочности, обладать высокой износоустойчивостью, а боковые стороны витков червяка должны обрабатываться с очень высокой чистотой.

Червяки чаще всего изготавливаются из стали марки 20Х с последующей цементацией и закалкой до $R_c = 56 \div 62$ и 40Х с закалкой до $R_c = 40 \div 45$ или из стали марки 40ХН с закалкой до $R_c = 45 \div 50$.

Закаленные поверхности витков червяков чисто шлифуются и затем полируются до зеркального блеска. Тихоходные и вращаемые вручную червяки изготавливаются из сырой стали марки 35 или 40. Иногда червяки, работающие по чугунному червячному колесу, изготавливаются из бронзы.

В табл. 28 приводится химический состав сталей, применяемых в станкостроении.

4. ЦВЕТНЫЕ СПЛАВЫ

В станкостроении цветные сплавы применяются в основном в качестве антифрикционных материалов. К таким материалам относятся бронзы, баббиты и их заменители.

Бронзы. Бронзы и их заменители, которые применяются в станкостроении, приведены в табл. 29.

Бронзой называется сплав меди с различными легирующими материалами. Легирующие материалы добавляются в медь сравни-

Таблица 29

Бронзы и их заменители, применяемые в станкостроении

Марка сплавов и механические свойства	Краткая характеристика сплава	Область применения
Бр. ОФ 10—1. Предельное сопротивление разрыву $\sigma_B = 25 \div 35$ кг/мм ² $H_B = 90 \div 120$	Высокая износоустойчивость при работе с термически обработанными валами и червяками	Сильно нагруженные подшипники скольжения при скорости больше 10 м/сек и больше 100—120 кгм/см ² сек, маточные гайки, наиболее ответственные червячные венцы
Бр. ОЦС 6—6—3 Бр. ОЦС 5—5—5 $\sigma_B = 18 \div 22$ кг/мм ² $H_B = 60 \div 75$	Средняя прочность и износоустойчивость при работе с термически обработанными и сырыми валами и червяками	Подшипники скольжения, работающие при скорости меньше 5 м/сек при ρ меньше 80 кгм/см ² сек, червячные венцы при работе с сырыми червяками

Таблица 29 (окончание)

Марка сплавов и механические свойства	Краткая характеристика сплава	Область применения
Бр. АЖ 9—4. Бр. АЖ 11,3—3,7 $\sigma_B = 55 \text{ кг/мм}^2$ $H_B = 110$	Высокая прочность и пластичность, а также хорошая износоустойчивость при сопряжении с термически обработанными поверхностями твердостью не менее $45 R_C$	Подшипники скольжения, работающие при нагрузке до $p_v = 75 \text{ кг/см}^2 \text{сек}$ и скоростях скольжения до $2,5\text{--}5 \text{ м/сек}$; червячные колеса; фрикционные диски.
Бр. ОС 8—12 или Бр. ОС 7—17 $\sigma_B = 16\div 17 \text{ кг/мм}^2$ $H_B = 65\div 80$	Высококачественный сплав для опор быстроходных валов с термически обработанными шейками	Ответственные подшипники, работающие при скорости до 10 м/сек и p_v до $100 \text{ кг/см}^2 \text{сек}$
Бр. С30 $\sigma_B = 6 \text{ кг/мм}^2$ $H_B = 25$	Сплав с высоким пределом усталости, требует хорошей и твердой шейки не менее $R_C = 45$	Биметаллические подшипники, работающие при скорости до 10 м/сек и $p_v = 100 \text{ кг/см}^2 \text{сек}$
Бр. СуН 7—2	Медносурьмяноникелевый сплав, не уступает по антифрикционным свойствам Бр. ОФ 10	Червячные колеса в коробках скоростей и подач
Алькусин, $H_B = 60\div 70$	Алюминиевомеднокремниевый сплав, требует больших зазоров, чем бронза, обильной смазки и термически обработанных шеек до твердости $45 R_C$	Втулки и подшипники, работающие при скорости 5 м/сек и $p_v = 40\div 50 \text{ кг/см}^2 \text{сек}$
ЦАМ 10—5	Цинкоалюминиевомедный сплав, отличается некоторой хрупкостью, требует зазоров в 1,5 раза больше, чем бронзы	Втулки, подшипники при $p_v = 100 \text{ кг/см}^2 \text{сек}$ при термически обработанных валах

Примечания. 1. Значение букв в обозначении марок сплавов следующее: Бр. — бронза, О — олово, Ф — фосфор, С — свинец, Ц — цинк, А — алюминий, Ж — железо, Су — сурьма, Н — никель, М — медь.

2. Цифры, стоящие после буквенных обозначений, показывают средний процент содержания элемента в сплаве, обозначенного буквой, например: АЖ 9—4 означает 9% алюминия и 4% железа, остальное — медь.

тельно небольшим процентом, медь составляет основную массу бронз.

Бронзы, особенно оловянные, очень дорогой сплав, а поэтому их расходуют на изготовление лишь только в том случае, если это действительно необходимо и по условиям работы детали бронзу нельзя заменить более дешевым и недефицитным материалом. Особенно дорогими и дефицитными составляющими бронз являются олово и свинец, поэтому в первую очередь стремятся найти равноценные заменители оловянным бронзам или понизить содержание в них олова и свинца.

Хорошим заменителем оловянных и свинцовых бронз являются алюминийсодержащие бронзы типа Бр. АЖ 9—4, в которых олово и свинец заменены алюминием и железом. Эти бронзы по механическим свойствам не уступают самой лучшей оловянной бронзе марки Бр. ОФ 10—1, но несколько уступают ей по антифрикционным свойствам. Эти бронзы требуют, чтобы подшипники получали обильную смазку, а шейки вала были чисто обработаны, и имели поверхностную твердость не менее $45R_C$.

Свинцовая бронза С30 обладает отличными антифрикционными свойствами, она является заменителем оловянных бронз и баббитов и может применяться для сильноагрессивных подшипников (удельное давление до 300 кг/см^2). Эта бронза содержит 26—32% свинца, 0,07—0,12% фосфора и 0,9% других примесей и остальное — медь. Она может применяться также в биметаллических подшипниках.

Заменителем высокооловянных бронз может служить бронза Бр. АЖМц 10—3—1,5. Ее состав: 9—11% алюминия, 2—4% железа и 1—2% марганца. Сопротивление разрыву $\sigma_B = 50 \text{ кг/мм}^2$, твердость $H_B = 120$. Эта бронза хорошо работает при обильной смазке и $\nu = 75 \div 100 \text{ кгм/см}^2\text{сек}$. Шейки вала должны иметь твердость не меньше $45R_C$.

На некоторых заводах в качестве заменителя оловянной бронзы Бр. ОЦС 6—6—3 применяют сплав марганцевосвинцовой латуни ЛМцС 58—2—2 следующего химического состава: 57—60% меди, 1,5—2,5% марганца, 1,5—2,5% свинца, а остальное — цинк. Механические свойства: $\sigma_B = 40 \div 42 \text{ кг/мм}^2$, $H_B = 100$.

Наибольшую же экономию дорогих и дефицитных металлов дают антифрикционные сплавы, не содержащие не только олова и свинца, но и меди или с оставлением небольшого процента ее. К таким сплавам относятся алькусины и сплав ЦАМ 10—5.

Алькусины представляют собой алюминиевый сплав с добавкой 6—9% меди, 1,5—2,5% кремния и небольшого количества железа (до 1—2%). Алькусины применяются вместо оловянных бронз для изготовления подшипников.

Условия работы подшипников: шейки валов должны быть чисто отшлифованы и иметь твердость не менее $45R_C$. При толщине стенок втулки 10 мм зазор должен быть увеличен на 8 мк против нор-

мального для подшипников из оловянных бронз. Удельные давления допускаются до 20 кг/см^2 и скорости до 3 м/сек .

Сплав ЦАМ 10—5 имеет химический состав: 8—10% алюминия, 3,5—5% меди, разных примесей не более 0,45% и остальное — цинк. Этот сплав является хорошим заменителем оловянных бронз для подшипников и втулок; его можно применять для подшипников с удельным давлением до 200 кг/см^2 при малых скоростях, а при небольших давлениях он допускает скорости до 7 м/сек . Зазоры в подшипниках должны быть в 1,5 раза больше, чем нормальные зазоры у подшипников из оловянной бронзы. Нагрев подшипников нельзя допускать выше $75\text{—}80^\circ$, так как этот сплав с повышением температуры быстро теряет твердость. Шейки валов должны быть отшлифованы и иметь твердость не ниже $45R_c$.

Баббиты. В станкостроении применяются баббиты, приведенные в табл. 30.

Таблица 30

Баббиты, применяемые в станкостроении

Название баббита	Марка	Химический состав в %					Механические свойства	
		олово	сурьма	медь	никель	свинец	предельное напряжение при разрыве σ_B в кг/мм^2	твердость H_B
Высокооловянный	Б83	81,5—84,5	10—12	5,5—6,5	—	—	11	29—31
Оловянный	Б16	15—17	15—17	1,5—2,0	—	Остальное	8	30—33
Никелевый	БН6	5—7	13—15	1,5—2,0	0,5—1,5	—	—	26
Безоловянный	БС	—	17	1,5	—	—	—	22

Достоинство баббитов заключается в их хороших антифрикционных свойствах, вследствие чего баббитовые подшипники хорошо работают в условиях полусухого трения в паре как с закаленной, так и с сырой шейкой вала. Баббит хорошо прирабатывается и не дает задиров на сырой шейке вала. Чем выше содержание олова в баббите, тем лучше его антифрикционные свойства. Недостатком баббитов является их высокая стоимость и низкая стойкость к сильным толчкам и высокому нагреву. При нагреве баббитовые подшипники легко вытекают, вследствие чего неизбежна авария станка. Высокая стоимость баббитов ограничивает их применение в станкостроении.

Баббиты применяются в подшипниках крупных и точных станков.

Баббит марки Б83 может работать при $pv = 150 \text{ кгм/см}^2\text{сек}$, а марок В16 и ВН6 — при $pv = 100 \text{ кгм/см}^2\text{сек}$.

В целях экономии баббита толщину его заливки следует назначать возможно малой. При центробежной заливке можно получить толщину заливки до 1 мм.

Экономия дорогих бронз и баббитов возможна за счет применения подшипниковых втулок из текстолита и других неметаллических материалов, а также за счет применения биметаллических втулок и подшипников, которые в настоящее время нашли широкое применение в станкостроении. Изготовление биметаллических подшипников и втулок вполне возможно и в условиях ремонтно-механических цехов.

Применение заменителей оловянных бронз и баббитов. Одним из основных заменителей оловянных бронз при ремонте станков является бронза АЖМц 10—3—1,5. Эта бронза отливается как в земляные формы, так и в кокиль, она хорошо поддается ковке. Послековки механические свойства бронзы значительно возрастают, структура кововой бронзы становится более однородной раковины отсутствуют. Твердость такой бронзы $H_B = 120$. По механическим свойствам бронза АЖМц 10—3—1,5 превосходит высокооловянные бронзы, но по антифрикционным качествам значительно им уступает.

Присутствие в этой бронзе твердых включений служит причиной задиrow шеек валов, работающих в паре с ней. Поэтому бронза АЖМц 10—3—1,5 должна применяться с соблюдением определенных условий, основными из которых являются следующие. Для нормальной работы стальных деталей в паре с бронзой АЖМц 10—3—1,5 требуется высокая поверхностная твердость стальной детали и обильная смазка. Капельная смазка или смазка от лубрикаторов может оказаться недостаточной.

Шейки валов, работающих с этой бронзой, должны быть термически обработаны на твердость не менее $R_C = 45$ или хромированы, а также чисто отделаны шлифованием или равноценным ему по качеству процессом.

Окружная скорость вращения шейки должна быть не более 2,5—5 м/сек при произведении скорости на удельное давление не больше: $pv = 100 \text{ кгм/см}^2\text{сек}$.

В настоящее время при ремонте из этой бронзы изготавливаются втулки, цилиндрические и червячные шестерни, подкладки плотовин и детали, подвергающиеся коррозии.

Бронза Бр. АЖМц 10—3—1,5 может применяться для изготовления червяков делительных пар зуборезных станков, взамен изношенных термообработанных стальных червяков. Такая замена, произведенная на одном из зуборезных станков в механизме вращения стола, показала при эксплуатации в течение года очень хорошие результаты и может быть рекомендована с целью увеличения долговечности дорогостоящего червячного венца.

Бронза АЖМц широко применяется для изготовления моторных

шестерен с целью уменьшения шума, так как она быстро прирабатывается к парному стальному зубчатому колесу и в то же время обладает высокими механическими свойствами.

Дисковые муфты трения в металлорежущих станках обычно состоят из двух видов дисков — стальных и бронзовых, которые чередуются между собой. Бронзовые диски обычно быстро снашиваются и их приходится часто заменять, что связано с расходом дорогой бронзы. В настоящее время с целью замены бронзы на более дешевые материалы бронзовые диски при ремонте заменяют на стальные. Стальные диски изготовляют из стали марок 45 или 50 с последующей закалкой между чугунными плитами или хромированием поверхностей слоем хрома толщиной 0,03 мм.

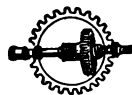
Такие диски хорошо работают при средней напряженности работы станка, при тяжелой же работе и частом реверсировании они греются и вследствие этого коробятся. Хромированные диски греются меньше, но иногда бывают случаи местного отскакивания хрома, приводящие к задирам дисков. Во избежание этого необходимо уделять особое внимание качеству хромирования дисков трения.

Если можно поставить более толстые диски, то следует вместо бронзовых ставить чугунные диски из серого, антифрикционного или модифицированного чугуна. Чугунные диски в паре со стальными работают хорошо и нашли применение в ряде расточных и карусельных станков.

Значительное применение в станках нашел цинковый сплав ЦАМ 10—5. В основном он применяется взамен оловянных бронз для изготовления втулок в коробках скоростей и подач, а также для наплавки направляющих планшайб карусельных станков.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какими приборами определяется твердость металлов и в каких случаях применяется тот или иной прибор?
2. Какие чугуны и стали применяются в станкостроении?
3. Какие материалы применяются для изготовления шпинделей?
4. Какие стали применяются для изготовления ходовых винтов?
5. Какие материалы применяются для изготовления зубчатых колес?
6. Какие бронзы, баббиты и их заменители применяются в станкостроении?





ГЛАВА VI

МЕТОДЫ УПРОЧНЕНИЯ МЕТАЛЛОВ И ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕРМООБРАБОТКЕ

Все металлы и их сплавы в твердом состоянии имеют кристаллическое строение, при котором атомы расположены в определенном порядке на определенном расстоянии друг от друга, образуя так называемую кристаллическую решетку. От строения решетки и расположения в ней атомов зависят физико-химические свойства металлов и их сплавов. В расплавленном металле или сплаве при высокой температуре атомы находятся в беспорядочном движении, а при охлаждении начинается затвердевание и переход металла из жидкого состояния в твердое. В этот момент беспорядочно двигающиеся атомы начинают располагаться в определенном порядке, т. е. начинается кристаллизация металла. В момент начала кристаллизации понижение температуры при охлаждении приостанавливается и она некоторое время остается постоянной.

Моменты, когда при охлаждении или нагревании металла устанавливается определенная постоянная температура, называются критическими точками. Знание критических точек необходимо при проведении термической обработки. Некоторые чистые металлы, например железо, в твердом состоянии при различных температурах могут иметь различные структурные решетки или различные расстояния между атомами. Такие изменения в структуре металлов вызывают изменения физических их свойств и называются аллотропическими превращениями.

Чистое железо имеет следующие аллотропические виды. До температуры 906° существует альфа-железо (α - железо), которое при температуре 906° переходит в гамма-железо (γ - железо). Альфа-железо при температуре до 768° магнитно, а выше 768° немагнитно, поэтому альфа-железо в пределах температур от 768 до 906° называется альфа-железом немагнитным.

Альфа-железо при температуре ниже 768° почти не растворяет углерода. Максимальное количество углерода, которое растворяется в этом железе, составляет $0,025\%$ при 723° .

Гамма-железо немагнитно, оно растворяет углерод, образуя с ним твердый раствор, т. е. такое однородное тело, в котором его составные элементы (гамма-железо и углерод) не могут быть различимы под микроскопом при самом большом увеличении.

Твердый раствор углерода в гамма-железе называется аустенитом.

Максимальная растворимость углерода в аустените составляет 1,7% при температуре 1130°. С понижением температуры растворимость углерода в аустените уменьшается и стремится к 0,83% при температуре 723°. Эта температура является нижней границей существования устойчивого аустенита в сталях. Сталь, имеющая структуру аустенита, немагнитна и обладает большой пластичностью.

При переходе альфа-железа в гамма-железо происходит резкое и заметное уменьшение объема, а при обратном процессе, т. е. при переходе гамма-железа в альфа-железо (при охлаждении) объем резко увеличивается.

Переход одного вида железа в другое, так же как и начало кристаллизации, происходит при определенной температуре, т. е. начало перехода одного вида железа в другой характеризуется наличием критической точки.

Диаграмма состояния сплавов железо — углерод. Цель термической обработки сплавов — получение определенных, заранее заданных физико-механических свойств сплава изменением ее структуры при нагреве и охлаждении. Чтобы добиться термической обработкой определенных физико-механических свойств какого-либо сплава, необходимо знать, какие изменения происходят в структуре сплава в зависимости от изменения температуры и каким образом эти изменения структуры влияют на изменение физико-механических свойств сплава.

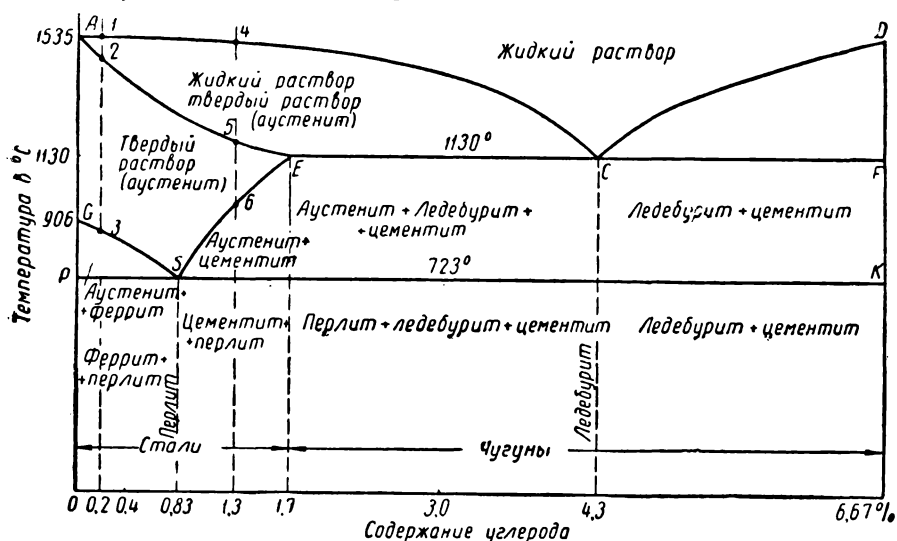
Основные структурные изменения, происходящие в сплаве железо — углерод в зависимости от изменения его температуры, отражены в так называемой диаграмме состояния сплава железо — углерод, приведенной на фиг. 16.

В этой диаграмме по вертикали нанесены температуры, а по горизонтали — процентное содержание углерода в сплаве. Сплавы с содержанием углерода до 1,7%, поддающиеся ковке, называются сталями, а сплавы с содержанием углерода от 1,7 до 6,67%, отличающиеся хрупкостью, называются чугунами.

Диаграмма состояния строится путем нахождения критических точек при охлаждении расплавленных сплавов с различным содержанием углерода. Через отдельные точки проведены плавные кривые. Таким образом получены: кривая *ACD* — начала кристаллизации из расплавленного (жидкого) сплава твердого сплава. Как видно из кривой, с повышением содержания углерода в сплаве (до 4,3%) температура начала кристаллизации с 1535° понижается до 1130°, а затем начинает снова повышаться.

При дальнейшем охлаждении (до кривой AEF) сплав находится частично в твердом, частично в жидком состоянии, лишь в точке C , соответствующей содержанию в сплаве 4,3% углерода, жидкий раствор при температуре 1130° сразу переходит в твердое состояние. Структура затвердевшего сплава, соответствующего этому состоянию, называется ледебуритом и чугуны с содержанием 4,3% углерода называется эвтектическим. Чугун с содержанием углерода меньше 4,3% называется доэвтектическим, а с содержанием больше 4,3% — заэвтектическим.

Кривая AEF показывает, что температура затвердевания сталей с повышением в них содержания углерода понижается с 1535 до 1130° в то время, когда для чугунов температура затвердевания равна 1130° , независимо от содержания в них углерода.



Фиг. 16. Диаграмма состояния железоуглеродистых сплавов.

Кривая GSE показывает, что температура распада твердого раствора (аустенита), т. е. перехода гамма-железа в альфа-железо у сталей с повышением содержания углерода от 0 до 0,83% понижается с 906 до 723° , а при дальнейшем повышении содержания углерода снова повышается до 1130° .

Стали с содержанием углерода 0,83% называются эвтектоидными, стали с содержанием углерода менее 0,83% называются доэвтектоидными и свыше 0,83% — заэвтектоидными. Структура эвтектоидной стали при медленном охлаждении составляет перлит.

Прямая PK ограничивает зону температуры (723°), ниже которой при медленном охлаждении в углеродистых сплавах не может существовать устойчивый аустенит.

Ниже приводятся характеристики основных составляющих струк-

туры сплава железо — углерод, получающейся при медленном охлаждении.

Феррит. В углеродистых сплавах чистое железо не может существовать, оно обязательно насыщается в некоторой степени углеродом. Ферритом называется твердый раствор углерода в альфа-железе. Наибольшее количество углерода, растворимое в альфа-железе при 723° составляет 0,025%. Феррит имеет очень небольшую твердость ($H_B = 90 \div 100$) и очень пластичен.

Цементит. Цементитом называется химическое соединение железа с углеродом, т. е. карбид железа Fe_3C . Цементит содержит 6,67% углерода, весьма тверд и хрупок. Твердость его доходит до $H_B = 800$.

Перлит. Перлитом называется механическая смесь феррита с цементитом. Концентрация углерода в перлите составляет 0,83%. Твердость перлита $H_B = 180 \div 220$. Сталь, содержащая 0,83% углерода имеет чисто перлитную структуру.

Ледобурит. Ледобуритом называется механическая смесь аустенита и цементита. При температуре 723° аустенит превращается в перлит. Таким образом ниже 723° ледобурит представляет собой уже не смесь аустенита с цементитом, а смесь перлита с цементитом.

Для уяснения механизма образования структуры сталей рассмотрим процесс кристаллизации доэвтектоидной и заэвтектоидной сталей, пользуясь диаграммой состояния (фиг. 16).

Структура доэвтектоидной стали. Возьмем сталь, содержащую 0,2% углерода. Вертикальная линия, соответствующая содержанию 0,2% углерода пересечет кривую AC в точке 1. Это будет начало затвердевания (кристаллизации) стали, в жидком растворе начнут выделяться кристаллы аустенита. В точке 2 (кривая AE) затвердевание стали заканчивается и до точки 3 (кривая GS) сталь будет состоять из твердого раствора аустенита (раствор углерода в гамма-железе). Аустенит сохраняет устойчивое состояние только до точки 3, при температуре ниже точки 3 начинается превращение гамма-железа в альфа-железо, и аустенит распадается, выделяя феррит (раствор углерода в альфа-железе), но так как альфа-железо может растворять только очень небольшое количество углерода (0,025%), то остающийся аустенит, содержавший раньше 0,2% углерода, начнет обогащаться им, стремясь к эвтектоидному состоянию, т. е. к содержанию в гамма-железе 0,83% углерода. Обогащаясь углеродом до 0,83% остающийся аустенит понижает температуру превращения гамма-железа в альфа-железо до 723° (точка S).

В этой точке весь оставшийся аустенит, достигший концентрации 0,83% углерода, переходит в перлит, т. е. в механическую смесь феррита с цементитом. Таким образом, у доэвтектоидных сталей при температурах между кривой GS и прямой PK структура состоит из аустенита и феррита, а ниже прямой PK — из феррита и перлита. Чем больше сталь содержит углерода, тем в медленно охлажденном образце будет меньше феррита и больше перлита.

Структура заэвтектоидной стали. Возьмем сталь, содержащую

1,3% углерода. Вертикальная линия, соответствующая содержанию 1,3% углерода пересекает кривую *AC* в точке 4. Это, как и прежде, будет начало затвердевания (кристаллизации) стали с выделением кристаллов аустенита. В точке 5 весь сплав окончательно затвердевает и представляет собой аустенит с содержанием 1,3% углерода. Этот аустенит перенасыщен углеродом и при температуре ниже точки 6 не может содержать такого количества углерода, поэтому из аустенита начинает выделяться углерод в форме цементита, содержащего 6,67% углерода. Температура распада аустенита, у которого постепенно понижается количество растворенного углерода, также понижается и, наконец, при температуре 723° (в точке *S*) аустенит сплава выделит такое количество цементита, что в оставшемся аустените будет растворено не больше 0,83% углерода. В этот момент структура стали будет состоять из аустенита и цементита.

При температуре ниже 723° весь оставшийся аустенит переходит в перлит. Таким образом, структура охлажденной заэвтектоидной стали при медленном охлаждении будет состоять из перлита и цементита, причем чем больше в стали углерода, тем больше при охлаждении в ее структуре будет цементита и меньше перлита.

2. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ

Отжиг стали. Отжигом называется нагрев стали до температуры, лежащей на 20—30° выше линии *GS* или линии *SK* диаграммы состояния, выдержка при этой температуре в течение времени, достаточного для завершения структурных превращений в металле, и медленное охлаждение вместе с печью.

Отжиг применяется с целью улучшения структуры стали (получить более мелкое зерно), понижения твердости стали для облегчения механической обработки, уменьшения внутренних напряжений в стали и пр.

В термической обработке различают несколько разновидностей отжига, основные из них — полный и неполный отжиг.

Полный отжиг обычно применяется для сталей доэвтектоидного состава. Основная цель этого вида отжига — превращение крупнозернистой структуры стали в мелкозернистую, обладающую лучшими физико-механическими свойствами, чем крупнозернистая. Как видно из диаграммы (фиг. 16), структура доэвтектоидной стали состоит из феррита и перлита. При нагреве стали до температуры меньше 723° никаких структурных изменений не происходит. При температуре 723° и выше перлит переходит в мелкозернистый аустенит, но зерна феррита остаются неизменными.

Чтобы перевести их в аустенит, необходимо сталь нагреть до температуры несколько выше критической точки на кривой *GS*, тогда феррит растворяется в мелких зернах аустенита.

Нагрев стали на температуру значительно выше критической точки кривой *GS* вызывает быстрый рост зерен аустенита, т. е. ведет

к ухудшению свойств стали. После выдержки при температуре отжига сталь медленно охлаждают вместе с печью. После охлаждения структура стали снова состоит из феррита и перлита, но более мелкозернистых, чем было до отжига.

При неполном отжиге сталь нагревается на 15—20° выше нижней критической точки, т. е. на 730—740°. При этом отжиге, как сказано выше, меняется структура только перлита, который переходит в аустенит. Неполный отжиг в основном применяют для инструментальных сталей с содержанием углерода выше 0,65%. После выдержки в течение нескольких часов (до 5—6 час.) при температуре отжига сталь медленно охлаждается. После такой обработки в стали образуется структура зернистого перлита. Заэвтектоидные стали с такой структурой хорошо обрабатываются и лучше поддаются последующей закалке.

Закалка стали. Закалка стали состоит в нагреве ее на 20—30° выше линии *GS* (для доэвтектоидных сталей) или линии *SK* (для заэвтектоидных сталей), выдержке при этой температуре для прогрева изделия по всему сечению и завершения структурных превращений и последующем быстром охлаждении.

При таком нагреве в доэвтектоидных сталях весь феррит и перлит переходят в аустенит, а в заэвтектоидных — в аустенит переходит только перлит, а цементит остается без изменений. Задача закалки состоит в том, чтобы по возможности весь аустенит превратить в новую очень твердую структуру стали — мартенсит. Достигается это за счет настолько быстрого охлаждения стали, чтобы аустенит не успел распасться при переходе через критическую точку и при охлаждении до температуры примерно 400—200°. При дальнейшем охлаждении (от 400—120°) аустенит превращается в мартенсит. Чем выше в стали содержание углерода, тем ниже температура превращения мартенсита, а именно:

Содержание углерода в %	0,19	0,4	0,54	0,97	1,45	1,74
Скорость охлаждения в ° сек.	1925	600	480	490	517	480
Температура мартенситного превращения в °С	390	330	270	200	135	120

Сущность процесса заключается в следующем.

При быстром охлаждении, проходя критическую точку, аустенит не успевает распасться на другие структурные составляющие, но гамма-железо при прохождении через критическую точку превращается в альфа-железо. Альфа-железо, как нам известно, может растворить не больше 0,025% углерода, поэтому весь излишний углерод, который был растворен в гамма-железе (аустените) остается в кристаллической решетке твердого раствора альфа-железа, как инородное тело (перенасыщенный раствор углерода в альфа-железе). Вследствие этого мартенситное строение стали связано с большими внутренними напряжениями в ней, а сам мартенсит неустойчив и при нагреве выше 225° стремится перейти в другие структуры.

Мартенсит очень хрупок и характеризуется игольчатым строением. Твердость мартенсита $H_s = 600 \div 700$.

Как сказано выше, в заэвтектоидных сталях в аустенит, а затем в мартенсит превращается только бывший в них перлит, цементит же остается без изменения. Таким образом, структура закаленной заэвтектоидной стали состоит из мартенсита и цементита, но это обстоятельство не ухудшает качества закаленной стали, так как цементит более тверд и износостойчив, чем мартенсит.

Стали, закаленные на мартенсит, применяются после уменьшения в них внутренних напряжений отпуском до температуры 150—220°. К такого рода изделиям относятся инструменты и цементованные детали.

Все машиностроительные стали после закалки обычно подвергаются отпуску на более высокую температуру — от 300 до 680°. Необходимая скорость охлаждения при закалке достигается путем соответствующего выбора охлаждающих средств, к которым относятся, например, вода, водные растворы солей, кислот, щелочей, масла и т. п., обладающие различной охлаждающей способностью.

Отпуск закаленной стали. Отпуск заключается в нагреве стали до температуры ниже первой критической точки (723°), выдержке при температуре отпуска и охлаждении.

Цель отпуска — снижение внутренних напряжений или полное устранение их, снижение твердости и повышение вязкости металла до требуемых размеров. После отпуска при температуре 300° образуется так называемый отпущенный мартенсит, твердость его около $H_B = 450$.

После отпуска при температуре 350—400° мартенсит превращается в троостит, твердость его 350—400 H_B . С повышением температуры отпуска до 500° и выше образуется структура сорбита, твердость его $H_B = 250 \div 350$. При температурах отпуска, близких к 700°, сорбит переходит в зернистый перлит.

Троостит представляет собой очень тонко раздробленную смесь феррита и цементита. Составляющие троостита едва заметны при увеличении в 2000—3000 раз. Сорбит представляет собой смесь феррита и цементита, различимую при увеличении в 500 раз.

Улучшение. Под улучшением понимается двойная термическая обработка, заключающаяся в закалке с температуры выше линии G_S в воде или на воздухе с последующим высоким отпуском при температуре немного ниже нижней критической точки (723°). Основная цель такой обработки — исправить дефекты всех ранее предшествовавших обработок и получить равномерную мелкозернистую структуру стали. Температура отпуска выбирается с расчетом обеспечить готовому изделию требуемые механические свойства. Улучшение повышает вязкость и прочность стали. Особенно полезно улучшение для легированных сталей сложного химического состава, содержащих хром, никель, молибден и т. п.

Нормализация. Нормализацией называется термическая обработ-

ка, заключающаяся в нагреве стали выше кривой *GS* и последующем охлаждении в спокойном воздухе.

Нормализация нашла широкое применение для низкоуглеродистых сталей как операция, заменяющая более длительную операцию отжига, и для исправления структуры кованных, катаных и штампованных изделий. Она применяется так же, как обработка, дающая возможность получить повышенную твердость среднеуглеродистых сортов сталей, достигаемую лишь при двойной термообработке (закалке и отпуске). Сравнение механических свойств, получающихся при отжиге и нормализации, приведено в табл. 31.

Таблица 31

Механические свойства сталей после отжига и нормализации

Химический состав в %						Термическая обработка	Механические свойства	
углерод	марганец	кремний	никель	хром	медь		σ_B в кг/мм ²	удлинение в %
0,74	0,7	0,29	—	—	—	Отжиг 770° Нормализация 880°	62 95,8	19,8 12,6
0,25	0,32	0,13	—	—	1,45	Отжиг 820° Нормализация 865°	49,0 56,7	22,6 25,3
0,34	0,36	0,14	3,68	1,88	—	Отжиг 800° Нормализация 815°	70,3 105,1	23,8 12,0

3. ЦЕМЕНТАЦИЯ СТАЛИ

Цементацией называется насыщение поверхностного слоя стали углеродом. Науглероживание происходит при нагреве стали до температуры 880—950° в атмосфере газов, разлагающихся с выделением углерода в форме атомов. Цементацией после соответствующей термической обработки можно получить твердость поверхности 58—62 *R_c*.

Цементация может выполняться с помощью твердых углеродосодержащих смесей, называемых карбюризаторами, газовых и жидких углеродосодержащих веществ.

Цель цементации — получение деталей машин с твердой и износоустойчивой поверхностью и вязкой сердцевиной.

Для цементации применяются низкоуглеродистые стали, которые не принимают обычной закалки. Для мелких деталей обычно применяются стали с содержанием углерода 0,08—0,25%, а для крупных — с содержанием углерода 0,2—0,3%.

Глубина цементованного слоя для различных групп деталей колеблется от 0,5 до 2 мм. Глубина цементованного слоя задается в

зависимости от нагрузки на деталь и размеров детали. В цементацию поступают детали, обработанные с припуском на окончательную обработку. Места, не подлежащие цементации, защищаются тонким слоем меди, нанесенным электролитическим способом, специальными обмазками, или же на местах, не подлежащих упрочнению, оставляется припуск, удаляемый затем при механической обработке.

Цементация твердым карбюризатором. Детали, подлежащие цементации твердым карбюризатором, укладываются в чугунные ящики и засыпаются карбюризатором. Ящик закрывается крышкой, которая замазывается шамотной глиной, после чего ящики устанавливаются в печь.

Лучшим карбюризатором в настоящее время считается карбюризатор, выпускаемый Бондюжским заводом. Его состав следующий: 74—78% древесного угля, 12—15% углекислого бария, 1,0—1,5% углекислого натрия, 3,0—5,0% углекислого кальция, 4,0—5,0% маута или патоки и не более 6% влаги.

О скорости и глубине цементации можно судить по следующим данным (температура цементации 900°):

Время выдержки в час.	3	6	8	10	12	14	16	18
Глубина цементации в мм	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2

Структура, твердость и другие свойства цементованного слоя зависят от концентрации углерода в поверхностной зоне и от характера распределения углерода по глубине слоя. Структура цементованного слоя состоит из трех зон: первая зона содержит 1,2—0,9% углерода и состоит из перлита и цементита. Эта зона называется эвтектоидной. Вторая зона содержит 0,9—0,8% углерода, состоит только из одного перлита и называется эвтектоидной. Третья зона с переменным содержанием углерода (от 0,8 до 1% содержания углерода в основном металле) состоит из феррита и перлита и называется переходной зоной цементованного слоя.

После цементации детали поступают на механическую обработку для снятия цементованных слоев, не подлежащих закалке, и для обработки с припуском под шлифование мест, подлежащих закалке.

После механической обработки детали закаливаются на ту или иную температуру (в зависимости от требуемой твердости поверхностного слоя). После закалки детали подвергаются низкому отпуску с целью снятия возникших при закалке напряжений.

Температура закалки хромоникелевых (высоколегированных) сталей 760—790°, низколегированных и углеродистых 810—820°. Отпуск дается обычно с температуры 180—200° при выдержке 2—4 часа для снятия напряжений.

Газовая цементация сталей. При газовой цементации детали нагреваются до 930—950° в муфельных печах, в атмосфере углеродосодержащих газов, к числу которых относятся естественные газы, например, саратовский светильный газ, газы, полученные в результате пиролиза керосина, солярового масла и др. Продолжительность

процесса нагрева зависит от требуемой глубины цементованного слоя.

Последующая термообработка аналогична термообработке при цементации твердым карбюризатором, но в некоторых случаях при газовой цементации возможна закалка непосредственно из газовой печи без предварительной механической обработки.

Жидкая цементация стали. Жидкая цементация производится в ваннах из расплавленных солей, содержащих 75—85% N_2CO_3 10—15% $NaCl$, 6—10% SiC . Процесс ведется при температуре 840—860° в течение 0,5—2,5 час., что позволяет получить цементованный слой глубиной 0,2—0,6 мм. Добавление в ванну хлористого аммония значительно ускоряет процесс. Режим заковки тот же, что и для других видов цементации.

Достоинством жидкой цементации является равномерность нагрева детали и возможность заковки непосредственно из соляной ванны. Жидкая цементация деталей широко распространена на станкостроительных заводах.

4. АЗОТИРОВАНИЕ СТАЛИ

Азотированием называется поверхностное насыщение стали азотом путем нагрева ее при температуре 500—650° в атмосфере аммиака (NH_3).

Простые углеродистые стали при азотизации лишь незначительно повышают свою твердость, а поэтому азотирование таких сталей не практикуется. Для азотирования применяются стали с содержанием алюминия и других легирующих элементов.

Примерный состав стали для азотирования следующий: 0,35—0,45% углерода, 1,35—1,65% хрома, 0,7—1,25% алюминия, 0,15—0,25% молибдена. Эти легирующие элементы, особенно алюминий, при соединении с азотом аммиака образуют очень твердые нитриды, которые и обуславливают высокую твердость азотируемой поверхности стали. Твердость поверхности стали после азотирования достигает 950—1000 единиц по Виккерсу или 65—67 R_c .

В станкостроении для азотизации применяются стали марок 35ХЮА, 40ХЮ, 38ХМЮА, 40ХМЮ.

Перед азотизацией детали обрабатываются начерно с припуском под термическую обработку, заключающуюся в закалке с температуры 950° в воде или масле и отпуске при температуре 650—675°. После термической обработки детали обрабатываются начисто, причем поверхности, подлежащие азотированию, с припуском 0,02—0,03 мм под окончательное шлифование после азотизации.

Процесс азотирования заключается в следующем.

Подлежащие азотированию детали свободно помещаются в наглухо закрывающийся ящик, вкатываемый по рельсам в холодную печь. Затем из баллона по трубке (через дроссельный клапан) в ящик подается аммиачный газ. Из ящика газ выпускается по вто-

рой трубке. После пуска газа печь нагревается до 520—570° (в зависимости от принятого режима азотирования) и выдерживается при этой температуре в течение 20—60 час.

По окончании процесса печь с деталями медленно охлаждается до 150—100°, после чего подача газа прекращается и детали выгружаются.

Для сокращения длительности процесса применяется так называемый двухступенчатый процесс. Этот процесс заключается в том, что сначала азотирование ведется при температуре 500—520°, а затем температуру повышают до 600—650°.

Глубина азотированного слоя колеблется от 0,25 до 0,65 мм.

Поверхности, которые не должны подвергаться азотированию, защищаются при помощи никелирования или лужения. Толщина защитного слоя должна быть не менее 0,12 мм.

Азотированные поверхности шлифуют мелкозернистыми абразивами (зернистостью 80—100).

5. ЦИАНИРОВАНИЕ СТАЛИ

Различают два вида цианирования сталей: жидкое и газовое.

Жидкое цианирование. Этот вид цианирования осуществляется в ваннах, содержащих хлористый барий, натрий, калий и 4% цианистого натрия. Процесс ведется при температуре 900—950° в течение 1—6 час.

После цианирования следует закалка.

В результате цианирования образуется слой глубиной 0,5—2,0 мм, содержащий 1,0—1,2% углерода и 0,2—0,3% азота. По своим свойствам цианированный слой близок к цементованному.

К преимуществам цианирования по сравнению с цементацией относятся большая скорость процесса, одновременное насыщение поверхности стали углеродом и азотом, что обеспечивает лучшее сопротивление износу и значительно меньшие деформации и коробление деталей сложной конфигурации. Жидкое цианирование широко применяется в станкостроении.

Газовое цианирование. Газовое цианирование отличается от газового цементирования тем, что к цементующему газу добавляется аммиак. В реторте печи смешиваются 3—4 части цементующего газа и одна часть азотирующего газа — аммиака. Цементующий газ разлагается в печи с выделением углерода, а аммиак — с выделением атомного активного азота.

Процесс ведется при температуре 800—850° и при выдержке 3—4 часа. Глубина слоя 0,4—0,6 мм. После закалки цианированный слой стали получает твердость 56—60 R_c .

6. ПОВЕРХНОСТНАЯ ЗАКАЛКА ТОКАМИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Сущность поверхностной закалки токами высокой частоты. Для поверхностной закалки применяют переменный электрический ток.

Переменным электрическим током называется ток, который непрерывно и плавно меняет свою величину, возрастая от нуля до некоторого максимума и затем снова уменьшается до нуля, меняя при переходе через нуль направление на обратное.

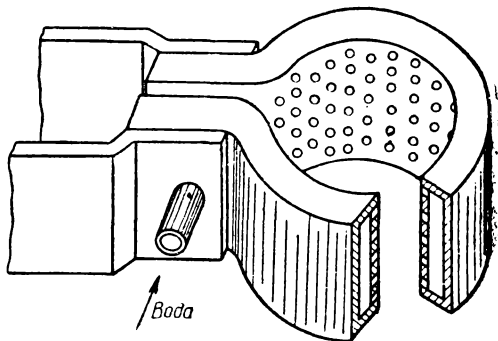
Время, в течение которого ток совершит все свои изменения, называется периодом переменного тока, а число таких изменений в секунду — частотой переменного тока. В СССР для освещения и промышленных целей применяется переменный ток в 50 периодов в секунду.

В установках для высокочастотной закали переменный ток частотой 50 периодов в секунду превращается в токи очень большой частоты: до 1 000 000 периодов в секунду и больше.

Токи высокой частоты обладают свойством при прохождении по проводникам располагаться на их поверхности, проникая в глубину ее только на небольшой слой, причем чем выше частота тока, тем на меньшую глубину он может проникать в тело проводника. На этом свойстве токов высокой частоты (т. в. ч.) и основана поверхностная закалка электрическими токами.

Схематически процесс электронагрева и закали происходит следующим образом. Деталь, подлежащая нагреву, помещается внутри витка проводника (индуктор), по которому проходит ток высокой частоты. При включении в индуктор тока высокой частоты в детали на глубине, возможной для проникновения токов данной частоты, индуцируются токи, которые нагревают поверхностный слой детали до необходимой для закали температуры. Если стальную деталь, поверхность которой нагрета выше критической точки, соответствующей кривой *GS*, быстро охладить, то поверхность ее закалится на структуру мартенсит.

Способы индукционной закали т. в. ч. Нагрев деталей, как сказано выше, производится с помощью индукторов. Индуктор представляет собой полый проводник, обычно прямоугольного или квадратного сечения, состоящий из одного или нескольких витков (фиг. 17). Как правило, индукторы изготавливаются из красной меди. Внутренняя полость в индукторе предназначена для охлаждения его с помощью циркулирующей в ней воды. Часто индукторы одновременно служат для нагрева и охлаждения детали для закали. Для этого на внутренней поверхности индуктора просверлены отверстия, через



Фиг. 17. Индуктор для нагрева и охлаждения.

которые поверхность детали охлаждается струями воды или эмульсии (фиг. 17). В этом случае нагрев детали производится без охлаждения индуктора, охлаждающая жидкость пускается в индуктор после нагрева детали и отключения тока в индукторе.

Существует три способа закалки деталей: одновременная, последовательная и непрерывно-последовательная.

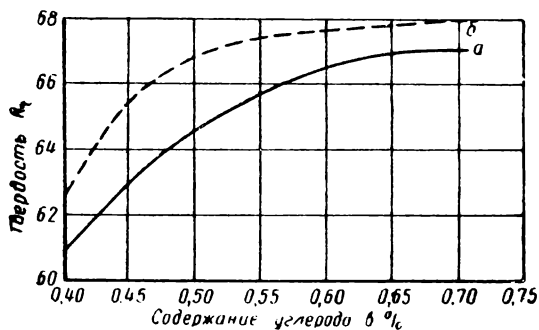
Одновременная закалка заключается в том, что деталь нагревается по всей поверхности сразу и сразу же охлаждается. Таким способом закаливают шестерни небольшого модуля. У шестерен крупного модуля закаливаются каждый зуб в отдельности.

Последовательная закалка состоит в том, что деталь нагревается, а затем охлаждается отдельными участками постепенно от участка к участку. Таким образом закаливаются длинные шейки валов.

При непрерывно-последовательной закалке нагреву подвергается лишь небольшой участок детали, плавно перемещаемой относительно индуктора в зону охлаждения (вода, эмульсия). Этим способом закаливаются цилиндрические валы, оси, шлицевые валы, вал-шестерни при длине детали, в несколько раз превышающей ее диаметр.

Деформации и прочность деталей, закаленных т. в. ч. При закалке т. в. ч. цилиндрических деталей увеличивается их наружный диаметр и уменьшается внутренний диаметр, а при неравномерной закалке по длине происходит коробление оси детали.

Так, например, при закалке цилиндра диаметром 80 мм было получено увеличение диаметра на 0,08—0,1 мм при глубине закаленного слоя 4 мм и 0,02—0,04 при глубине закалки 1 мм.



Фиг. 18. Максимальная твердость закаленной стали в зависимости от содержания углерода и способа закалки:

а—после обычной закалки; б—после закалки т. в. ч.

Наличие в отверстиях шестерен шпоночных пазов (одного или двух) приводит при закалке зубьев к овальности отверстия до 0,35 мм. Поэтому закалку зубьев шестерен следует производить до обработки шпоночных пазов. При закалке шестерен со шлицевыми отверстиями овальности отверстия не наблюдаются.

Твердость сталей, закаленных т. в. ч., несколько выше, чем при обычной закалке. На фиг. 18 приведена твердость углеродистых

сталей при обычной закалке (кривая а) и при закалке т. в. ч. (кривая б), а в табл. 32 приведены значения твердости при закалке т. в. ч. зубьев шестерен из практики станкостроительного завода имени Серго Орджоникидзе.

Как показали исследования, поверхностная закалка деталей т. в. ч. сообщает им качества во многих случаях выше, чем обычная закалка, коробление деталей после закалки т. в. ч. очень небольшое, а поверхность закаленных деталей не имеет окалины. Поэтому закалка т. в. ч. получает все более широкое распространение на машиностроительных и особенно на станкостроительных заводах. Особенно широкое распространение получила закалка т. в. ч. зубьев шестерен.

Под закалку т. в. ч. могут поступать шестерни с окончательно обработанными зубьями. В большинстве случаев после закалки т. в. ч. зубья шестерен не требуют шлифования, а достаточно приработки с пастами в собранном состоянии. При ремонте станков также следует широко применять закалку деталей т. в. ч.

Таблица 32

Твердость поверхностей зубьев шестерен при закалке т. в. ч.

Название узла	Марка стали	Твердость на зубе R_C
Коробка скоростей револьверного станка	45X	54—58
	40X	52—56
	5	42—53
	50	54—58
Коробка скоростей полуавтомата	40X	52—56
Фартук револьверного станка	45X	54—58
	35X	48—52
	30XГС	48—52
	30XM	48—52

7. ПОВЕРХНОСТНАЯ ЗАКАЛКА С НАГРЕВОМ ПРИ ПОМОЩИ КИСЛОРОДНО-АЦЕТИЛЕНОВОГО ПЛАМЕНИ

При этом методе нагрев поверхности, подлежащей закалке, производится газовыми горелками, сжигающими смесь кислорода с ацетиленом или светильным газом. Непосредственно за нагревом производится охлаждение поверхности тонкими струями воды.

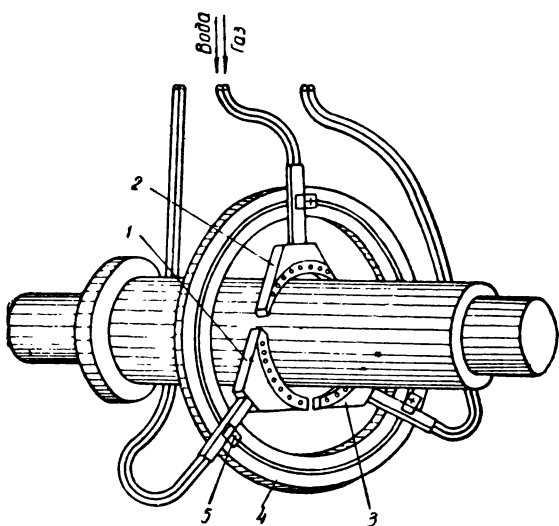
Перемещение горелок вдоль закаливаемых поверхностей должно быть равномерным, а расстояние горелки от закаливаемой поверхности должно быть постоянным, иначе закалка получается неравномерная. Поэтому в станкостроении не применяется ручной способ перемещения горелки.

Охлаждающий наконечник укрепляют рядом с горелкой, со стороны, противоположной направлению перемещения горелки.

В станкостроении кислородно-ацетиленовую закалку применяют для закалки направляющих станин станков, шеек валов и шпинделей, а также поверхностей, служащих для крепления инструментов или оснастки.

Закалка направляющих станин производится при помощи специальной установки, обеспечивающей равномерное механизированное перемещение горелок. Станина погружается почти до плоскости направляющих в бак с водой. Во время закалки вода в баке циркулирует для того, чтобы поддержать в станине постоянную температуру и тем самым предохранить ее от коробления. Охлаждающие наконечники располагаются на расстоянии около 20 мм позади го-

релок. Все горелки располагаются на равном расстоянии от поверхностей станины. Скорость перемещения каретки с горелками устанавливается в зависимости от желаемой глубины закаленного слоя. Так, например, при одном проходе пламени со скоростью 100—150 мм



Фиг. 19. Поверхностная закалка газовым пламенем.

пламя которой располагается вдоль образующей цилиндрической или конической поверхности закаливаемой шейки. Непосредственно вслед за пламенем следует струя охлаждающей жидкости. Глубина закаленного слоя регулируется скоростью вращения закаливаемого вала.

Недостаток этого способа заключается в том, что в конце процесса образуется полоска шириной 10—20 мм с пониженной твердостью. Например, для стали марки 45 твердость такой полоски равна 350—400 Н_в при твердости остальной части поверхности шейки 500—600 Н_в.

Объясняется это тем, что пламя, вступая на ранее закаленную поверхность, производит отпуск ее, так как в конце процесса эта часть поверхности не охлаждается струей жидкости.

По второму способу закалки (фиг. 19) горелки 1, 2 и 3 располагаются перпендикулярно оси закаливаемого вала, и он получает быстрое вращение, а крепежное кольцо 4 с горелками — медленное и равномерное перемещение вдоль оси вала. Кольцо 4 с кольцевым пазом для крепежных болтов укрепляется на каретке, перемещающейся по бортам водяного бака. Горелки крепятся к кольцу планками 5. Вал, подлежащий закалке, крепится в шпинделе коробки скоростей станка с бесступенчатым регулированием скоростей.

в минуту глубина закалки получается в пределах 3—5 мм. По данным завода, применяющего закалку направляющих, коробление станины токарного станка после закалки не превышает 0,35—0,5 мм на 4 м. Твердость закаленной поверхности достигает 450—600 Н_в.

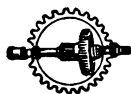
После закалки необходимо шлифование направляющих.

Поверхностная закалка валов и шпинделей производится двумя способами. По первому способу нагрев производится горелкой,

Этот способ обеспечивает равномерную твердость по всей закаливаемой поверхности.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие превращения происходят в железе при его нагревании или охлаждении?
2. Что такое критические точки при нагревании и охлаждении металлических сплавов?
3. Какие сплавы называются эвтектическими?
4. Что такое феррит, цементит и перлит?
5. Что такое троостит, сорбит и мартенсит?
6. Расскажите об операциях отжига, отпуска и закали стали.
7. Что называется нормализацией и улучшением стали?
8. Что называется цементацией и азотированием стали?
9. Какие существуют виды поверхностной закали?





ГЛАВА VII

ПОДГОТОВКА РЕМОНТА СТАНКА

1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Быстрый и качественный ремонт станка во многом определяется правильной подготовкой ремонта. Эта подготовка начинается за 2—4 месяца до начала самого ремонта, и ошибки, допущенные при ее проведении, трудно исправить в процессе самого ремонта, не удлинняя его срока или не удорожая стоимости ремонта. Поэтому подготовке к ремонту надо уделять серьезное внимание.

В состав подготовительных работ следует включить:

- а) разборку станка и промывку его деталей;
- б) составление дефектных ведомостей с последующей разработкой технической документации (чертежей и технологии) и подготовкой инструментов для ремонта;
- в) заготовку запасных деталей, т. е. деталей, которые подлежат замене при ремонте и которые могут быть изготовлены по чертежам частично или полностью до начала ремонта.

Во времени некоторые из этих работ проводятся последовательно, т. е. одна после другой, а некоторые — параллельно, т. е. одна одновременно с другой.

2. ДЕФЕКТНЫЕ ВЕДОМОСТИ

Подготовка ремонта станка начинается составлением дефектной ведомости. Еще до разборки станка ремонтный инженер изучает работу станка, беседует с рабочими и производственными мастерами, а также знакомится с ремонтной картой станка. При этом выявляются «узкие» места станка с целью модернизации и усиления отдельных узлов и деталей.

Дефектная ведомость представляет собой перечень деталей станка, подлежащих замене или ремонту с указанием рабочих операций, которые следует произвести над этими деталями. В дефектной ведомости также указывается необходимая модернизация станка. Дефектная ведомость является основным документом, по которому работают конструкторы, ремонтно-механический цех и слесари-ремонтники. По дефектной ведомости определяется объем и стоимость ре-

монта, производится контроль ремонта станка на всех его стадиях. Дефектация производится по узлам, в таком же порядке производится запись в дефектной ведомости.

Имеется два вида дефектных ведомостей: предварительная и окончательная рабочая дефектная ведомость. По форме предварительная дефектная ведомость не отличается от рабочей.

В предварительную дефектную ведомость должны быть записаны детали, которые будут заменяться при ремонте новыми, а также детали, которые хотя и не заменяются, но ремонт их потребует разработки технологии, изготовления чертежей, специального инструмента, приспособлений, переделки чертежей на отдельные узлы и т. д. Вообще в предварительную дефектную ведомость вносится все то, что можно сделать до начала ремонта, чтобы сократить его продолжительность и не создавать каких-либо затруднений при ремонте.

Также записываются все детали, имеющиеся на центральном складе запасных частей. В этом случае в дефектной ведомости указывается, где взять запасную деталь.

За 10—15 дней до начала ремонта все указанные в дефектной ведомости детали и покупные материалы должны быть получены исполнителем ремонта.

Подготовку к составлению предварительной дефектной ведомости проводит конструкторское бюро, которое должно иметь план подготовок на каждый месяц года, а на данный месяц — график остановки каждого станка. Старший конструктор к этим срокам подбирает альбом чертежей, восстанавливает недостающие чертежи и производит изменения, если это требуется, в существующих конструкциях отдельных деталей и узлов.

Составление предварительной дефектной ведомости производит ремонтный инженер отдела главного механика совместно с механиком цеха и конструкторами.

При составлении дефектной ведомости станок разбирается для осмотра, осматриваемые детали промываются, протираются и укладываются на чистые стеллажи.

Составленная предварительная дефектная ведомость поступает в конструкторское бюро отдела главного механика. Здесь она снабжается чертежами, на которых указываются способы ремонта деталей и ремонтные размеры. Если номинальные размеры детали не меняются, то на чертеже ставится лишь штамп «Годен к капитальному ремонту».

Дефектная ведомость с подобранными чертежами после утверждения ее поступает в плановое бюро, которое выдает заказы на изготовление заготовок и деталей, а затем в технологическое бюро которое разрабатывает технологические процессы, конструкции специального инструмента и необходимых приспособлений на все детали и передает дефектные ведомости с разработанной технологической документацией на участок ремонтного цеха, которому поручен данный ремонт. Таким образом, предварительная остановка станка

на 2—3 дня дает возможность сделать тщательную подготовку к ремонту и этим сократить срок ремонта в несколько раз.

Остановка обычно приурочивается к какому-либо ремонту так, чтобы время простоя станка, затрачиваемое на составление дефектной ведомости, было незначительным. Успех подготовки зависит от того, насколько грамотно и тщательно составлена предварительная дефектная ведомость.

Станок разбирается в ремонт только тогда, когда готовы и лежат на складе все детали, заказанные согласно предварительной дефектной ведомости.

Во время разборки станка в ремонт предварительная дефектная ведомость уточняется, отчасти изменяется и, главным образом, дополняется.

Предварительная дефектная ведомость становится рабочей дефектной ведомостью, которой предусмотрено уже все до мелочей, не включенных в предварительную дефектную ведомость. Рабочая дефектная ведомость должна ясно показывать, какие детали и в какой последовательности по узлам заменяются новыми. Указываются способы сочленения старых деталей с новыми. В ней должны быть перечислены все работы вплоть до снятия станка с фундамента, разборки, транспортировки в ремонтный цех и всех сопутствующих работ, ремонта всех ограждений и кожухов, испытания на стенде и на производстве, монтажа на месте после ремонта с установкой электропроводки и сдачей станка ОТК и цеху.

Подпись механика цеха-заказчика на дефектной ведомости обязательна. Это необходимо потому, что механик изучает станок в процессе его эксплуатации и может дать ряд ценных указаний, которые можно использовать при ремонте.

Для примера приведена выборка записей из дефектной ведомости (табл. 33).

Необходимые замечания из последней графы дефектной ведомости конструктор переносит в чертежи.

Наряд на работы рабочим выдается на основании предварительной дефектной ведомости и по составлении рабочей дефектной ведомости выдается дополнительный наряд на работы, не учтенные предварительной ведомостью. Более целесообразно проводить выдачу двух нарядов: одного на разборку, составление дефектной ведомости и на все вспомогательные работы, связанные с разборкой и транспортировкой станка или отдельных узлов его в ремонтный цех, другого — на остальные работы, согласно составленной рабочей дефектной ведомости.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ РАЗБОРКИ СТАНКА

В процессе ремонта станка разборку его приходится проводить не менее двух раз: первый раз при составлении предварительной дефектной ведомости и второй раз во время самого ремонта.

Таблица 33

Дефектная ведомость (рабочая)

№ по пор.	Наименование узлов и деталей	Количество	Номер чертежа или эскиза	Номер детали на чертеже	Есть ли запасная деталь и где	Операция
Механизм скоростей						
1	Соединительная муфта	1	257	29	—	Сменить
2	Вал ротора	1	—	—	—	Наварить и проточить на 45Н, шпоночный паз 14×70×5 фрезеровать
3	Вал фрикциона	1	257	29	—	Хромировать четыре шейки
6	Диски фрикциона	6	257	41	Склад	Сменить
9	Вилка перевода шестерни	1	257	106	—	Наварить бронзой и проточить по чертежу
10	Шлицевый вал	1	257	145	—	Ремонтировать согласно чертежу
19	Шпиндель	1	257	26	—	Шейки хромировать. Расточить конус под М110
20	Хвостовой подшипник	1	257	159	—	Сменить на биметаллический
27	Вилка переключения	1	257	56	—	Сделать наделки по чертежу
Механизм подачи						
28	Ходовой валик	1	257	—	—	Фрезеровать шпоночный паз на верность
29	Фартук	—	—	—	—	Отверстие под реечную шестерню расточить до диаметра 52А и поставить втулку с размерами 46×52×98 из СЧ 32—52
56	Винт верхних салазок	1	257	410	—	Сменить
57	Гайка винта	1	—	410	—	Сменить
62	Рукоятка	1	—	419Н	—	Зачистить
63	Кронштейн	1	—	454Н	—	Изготовить вновь
73	Кулачки планшайбы	4	—	—	—	Сделать перенасечку и закалить
86	Направляющие	—	—	—	—	Шабрить, общая поверхность шабровки 17479 см ²

Таблица 33 (окончание)

№ по пор.	Наименование узлов и деталей	Количество	Номер чертежа или эскиза	Номер детали на чертеже	Есть ли запасная деталь и где	Операция
88	Коробка скоростей	—	—	—	—	Красить внутри маслостойкой краской
89	Наружная поверхность	—	—	—	—	Шпаклевать и дважды красить. Поставить инвентарный номер 346 и клеймо о проведении капитального ремонта

Разборка крупных станков производится согласно разработанной для этого станка технологии разборки. Это очень ответственная и опасная работа как для самого станка, так и для людей, ее осуществляющих. Чтобы производить эту работу, требуется значительный опыт. Как правило, работа производится с помощью крана, а иногда и двумя спаренными кранами. При снятии каждой детали нужно уметь на глаз определять положение центра тяжести детали. Вес многих деталей и узлов может превышать грузоподъемность кранов, поэтому вес деталей должен быть определен по паспорту или расчетом. Заранее разрабатываются способы стропки, проверяются расчетом стропы и предусматриваются способы крепления и приспособления для крепления, также обоснованные расчетами. Для проведения разборки крупных станков механик или мастер должен иметь книгу ремонта и разборки станков, в которую записывается ремонт всех крупных и уникальных станков.

4. РАЗБОРКА СТАНКА

Общие указания. Перед разборкой станка необходимо ознакомиться с его устройством, установить назначение и взаимодействие отдельных узлов и деталей. Если наружным обследованием станка нельзя выяснить устройство и назначение некоторых его узлов и деталей, то необходимо ознакомиться с имеющимися инструкциями и чертежами и лишь после этого приступить к разборке.

При разборке крепежных деталей станка надо всегда учитывать, что некоторые детали после снятия части крепления могут на оставшихся креплениях оказаться в неустойчивом равновесии или даже упасть, следствием чего может быть авария или несчастный случай. Поэтому нужно принимать предупредительные меры. Например, снимая тяжелый кронштейн, верхний болт следует откреплять последним и лишь после того, как кронштейн надежно поддерживается. Вообще, открепляя деталь, следует определить, где находится центр тяжести ее и направление, в котором она может двигаться при освобождении того или иного крепления.

Снятые при разборке станка детали следует промыть, протереть и уложить в ящики или на стеллажи, не нагромождая их одну на другую, чтобы при сборке все нужные детали были под рукой.

Все замененные детали надо хранить до пуска и сдачи станка, так как они могут понадобиться для уточнений, связанных с работой вновь изготовленных деталей, а также для того, чтобы проверить, все ли детали поставлены обратно в станок.

Часто бывает, что вследствие небрежности или недостаточной квалификации сборщика отдельные детали оказываются не поставленными в станок. В этом случае при сдаче станка оказывается необходимым снова разбирать его и искать места эти якобы ненужным деталям, иначе возможны аварии или дефекты в работе станка.

Разборка крупных и особо крупных станков — операция сложная и поэтому работой по разборке крупных станков должен руководить механик цеха или в крайнем случае мастер.

Перед разборкой станка надо подробно ознакомиться с имеющимися фирменными материалами и инструкциями. Обследованием станка на месте необходимо тщательно выяснить последовательность разборки, чтобы не нарушить преждевременно цельности кинематики какого-либо узла, так как в этом случае возможны неожиданные падения деталей, и наметить узлы и детали, которые должны разбираться только в присутствии механика цеха или мастера.

До начала разборки станка необходимо:

а) расчистить площадь около станка, достаточную для нормальной работы людей и для правильной укладки деталей, снятых со станка, а также для кантовки их;

б) проверить наличие необходимых для работы исправных и испытанных стропов и чалочных приспособлений;

в) обеспечить необходимое количество подкладок, распорок и козел для укладки снятых деталей и для предохранения от падения деталей и узлов, еще не разобранных и требующих крепления в процессе разборки;

г) проверить наличие и качество необходимых рымов;

д) запустить станок и проверить работу всех механизмов;

е) для сравнения коэффициента полезного действия станка после ремонта замерить мощность станка на холостом ходу;

ж) провести все необходимые проверки;

з) отключить питающие станок электропровода и изолировать их концы.

В процессе разборки станка и снятия отдельных деталей следует обращать особое внимание на следующие узлы и детали станков:

1. Рукава и шпиндели радиально-сверлильных станков. При разборке винта подъема рукава сам рукав должен быть опущен в крайнее нижнее положение (до упора) и зажат на гильзе в продольном направлении по отношению к фундаментной плите. Если при этом положении винт вынуть нельзя, надо опустить рукав на специальные козлы или брусья и лишь после этого разъединять крепления

винта. При разборке сверлильного шпинделя надо учесть, что он может упасть при снятии груза или разъединении крепления.

2. Грузы и шпиндельные коробки расточных станков. Грузы должны быть надежно подвешены либо опущены на подставки, после чего шпиндельная коробка должна быть опущена также на подставки. Лишь после этого можно разъединить узлы подъема шпиндельной коробки и подвеса грузов.

3. Поперечные направляющие, супорты, грузы и т. д. продольно-строгальных, продольно-фрезерных, карусельных и других станков. Меры для предупреждения аварий при разборке следует принимать те же, что и в пунктах 1, 2.

4. Тяжелые планшайбы станков, снимаемые краном. Планшайбы тяжелых токарных станков, как правило, напрессованы на шпиндель, поэтому они снимаются вместе со шпинделем. Разборка узла шпинделя определяется в каждом случае отдельно в зависимости от конструкции узла, веса деталей и наличия подъемных средств. Планшайбы токарных станков, накручиваемые на шпиндель, снимаются с него следующим способом. Посредством ломика, вставленного в паз планшайбы, легкими толчками освобождается ее затяжка. Затем планшайба подвешивается на кран так, чтобы при сходе с резки шпинделя она не могла перевернуться и ударить в станок, после чего приводится во вращение шпиндель станка. Приспособление для подвешивания должно закрепляться не менее чем в двух пазах планшайбы. На станину станка подкладываются деревянные подкладки, чтобы при сходе со шпинделя планшайба не могла удариться о металл.

Планшайбы крупных карусельных станков, снятые вместе со шпинделем, укладываются на специальные подставки или козлы шпинделя вниз. Вообще необходимо сразу укладывать планшайбу так, чтобы при ремонте не нужно было кантовать. Перед снятием планшайбы вместе со шпинделем при помощи крана следует разобрать узел подпятника шпинделя.

5. Длинные валы и винты, вынимаемые с помощью крана. В случае снятия вверх, если на валах и винтах нет специальных рымов или утолщений, препятствующих скольжению каната, необходимо пользоваться зажимными хомутами. При вынимании в сторону также надо пользоваться хомутами, чтобы ветви стропа не могли сдвинуться друг к другу, результатом чего может быть кантовка или прогиб поднимаемой детали. Винты и валы должны укладываться на подкладки.

6. Станины станков и сами станки, снимаемые с фундамента при помощи крана. При подъеме станины станка краном надо освободить станину от всех креплений, удалить прилипший к станине бетон и затем посредством подбивки клиньев (если станок не был закреплен на башмаках) отделить станину от фундамента. Лишь убедившись в том, что станина освобождена от всех креплений и лежит только на клиньях, поднимают ее настолько, чтобы было воз-

можно проверить правильность подвешивания. Убедившись в этом, можно продолжить транспортировку груза.

При освобождении станка с фундаментных болтов необходимо учитывать его устойчивость в подвешенном состоянии. Особенно это важно для сверлильных станков. В случае неустойчивости станка необходимо снять узлы, создающие неустойчивость или дать надежные распоры.

У радиально-сверлильных станков рукав, кроме укрепления хомутом, необходимо укрепить дополнительно, чтобы он не смог произвольно повернуться поперек фундаментной плиты и тем самым опрокинуть станок.

Разборка узлов на детали. Разобранные детали нужно промыть и сложить в ящик. Желательно для каждого узла станка иметь отдельный ящик, чтобы не смешивать схожие по конфигурации и размерам детали и не усложнять сборку. При невозможности иметь отдельные ящики для отдельных узлов следует складывать в один ящик разные по конфигурации детали, которые легко различать.

Крепежные детали: болты, гайки, шпильки, шайбы и т. п. желательно оставлять в деталях с накрученными гайками или же складывать их в отдельный ящик, при этом болты обязательно должны складываться с накрученными гайками и надетыми шайбами. Детали, сопрягающиеся друг с другом, маркировать кернами в нерабочих местах, не портя внешнего вида деталей.

Крупные детали укладывать на чистых досках, уложенных на подставках или на специально поставленных для этой цели стеллажах.

На сложные узлы перед разборкой и в процессе разборки желательно сделать схемы расположения и сопряжения отдельных деталей.

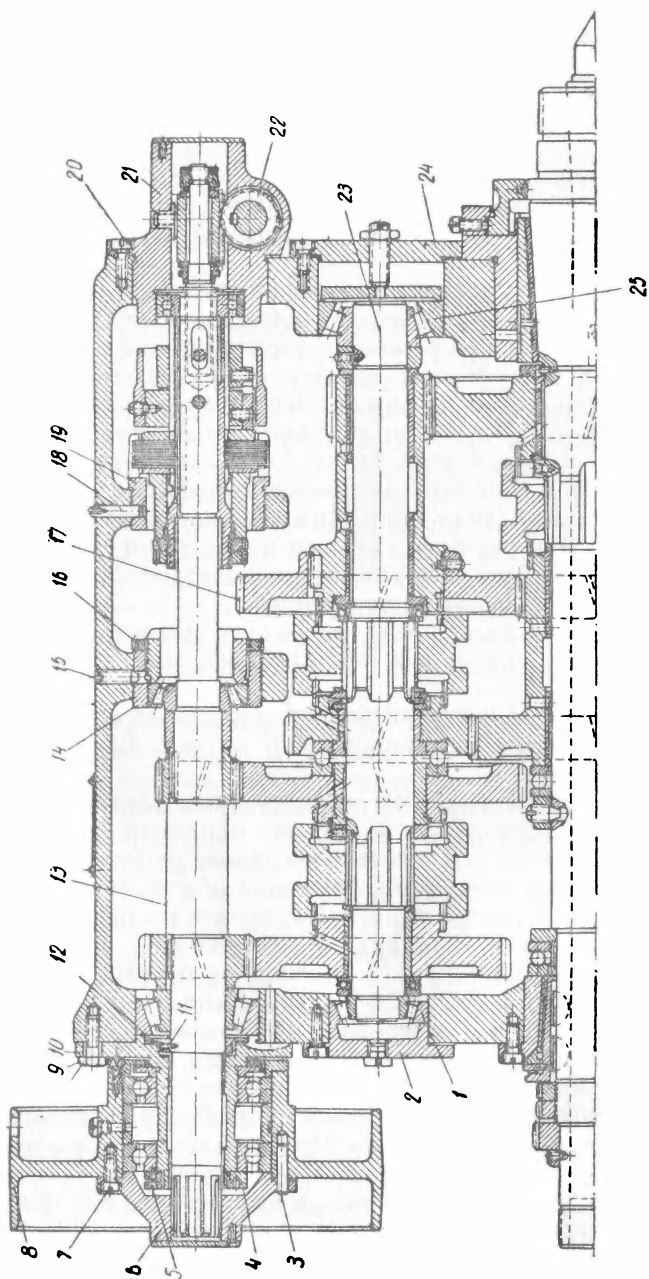
Основные приемы разборки неподвижных соединений. Детали, собранные по неподвижным посадкам, например шкивы, муфты, шестерни и т. п., если они длительное время не разбирались, часто бывает очень трудно разобрать, применяя обычные методы.

Такие соединения следует распрессовывать на прессе. Однако это не всегда возможно по конструкции деталей или из-за отсутствия прессы. Тогда нужно применить смачивание посадочных мест керосином, опуская мелкие детали в керосин целиком, а крупные детали обкладывать тряпками, смоченными в керосине. Если и после этого деталь не снимается, можно во время снятия проковывать ее жесткими ударами молотка через медную прокладку.

Если же проковка не поможет, надо быстро нагреть деталь, охлаждая вал мокрыми тряпками. При неудаче и этого способа придется уничтожить одну деталь, сохраняя другую.

Ни в коем случае не приступать к выпрессовке какой-либо детали, если нет уверенности в том, в какую сторону следует выпрессовывать и все ли крепящие устройства раскреплены.

Отвинчивание тугих гаек и болтов также лучше проводить при



Фиг. 20. Коробка скоростей токарного станка.

смачивании резьбы керосином. Крупные гайки можно подогревать, а мелкие простукивать по граням, прижимая к противоположной грани массивный металлический предмет или тяжелый молоток. Туго вывинчивающийся болт полезно раскатать ударами по головке с одновременным поворачиванием болта ключом в ту и другую сторону. Чрезмерные усилия при отвинчивании болтов часто приводят к тому, что резьба задирается.

Разборка коробки скоростей. В качестве примера рассмотрим разборку коробки скоростей токарного станка (фиг. 20).

Начинать разборку надо с деталей, снятию которых не мешают другие детали. Например, начиная разборку вала 13, следует снять крышку 6, отвернув винты 7. Контрольный штифт 3 можно вынуть заранее или же снимать крышку вместе с ним. Обычно контрольные штифты имеют в торце нарезанное отверстие, в которое ввинчивается шпилька, за которую штифт вытягивается. Часто штифт имеет наружную нарезку с навинченной гайкой, ввинчивая которую, можно выпрессовать штифт из гнезда.

Сняв крышку 6, нужно освободить зажим разрезного упорного кольца 4, для чего нужно ослабить шуруп 5. После этого упорное кольцо 4 легко свинчивается и снимается. Теперь можно снять целиком узел шкива 8 вместе с шарикоподшипниками, а затем и фланец 10, отвернув болты 9. Маслоотражательное кольцо 12 не мешает дальнейшей разборке, но чтобы не забыть, его лучше снять, вывинтив стопорный шуруп 11.

Теперь разборку нужно приостановить и выяснить, в какую сторону будет выниматься вал 13 и какие детали могут быть оставлены на нем без разборки, так как разбирать в коробке труднее, чем в свободном положении.

Наиболее выгодно, отвинтив винты 15, 20 и вытянув стопорный штифт 18, вал 13 вместе со всеми деталями, сидящими на нем, вынуть вправо через отверстие для корпуса реечного механизма 22. Однако движению вала 13 вправо будет препятствовать гильза 14 и стопорное кольцо 16, которые не пройдут мимо шестерни 17. Следовательно, вал 13 нужно вынимать влево, разбирая все детали, мешающие выемке вала, в коробке скоростей и снимая их с вала по мере движения его влево.

Это очень кропотливо и неудобно вследствие тесноты, поэтому начинать разборку более целесообразно было бы не с вала 13, а с промежуточного вала 23. Разборка этого вала очень проста. Сняв крышки 2 и 24, можно движением вала вправо или влево освободить, а потом и вынуть кольца 1 и 25 конических ролико-подшипников, после чего вал 23 со всеми деталями, сидящими на нем, вынуть вверх через крышку коробки.

Такая последовательность разборки кажется целесообразной при рассмотрении фиг. 20, которая сделана в развернутой проекции, т. е. в проекции, на которой оси всех валов показаны в одной плоскости.

В действительности это не так: ось промежуточного вала 23 находится в коробке ниже осей вала 13 и шпинделя. Поэтому выемка вала 23 вверх вместе с деталями, сидящими на нем, будет затруднительна.

Учитывая все условия разборки, можно прийти к заключению, что наиболее правильным было бы начать разборку со шпинделя, затем вынуть со всеми деталями вал 23 и после этого, имея достаточно свободного места, приступить к разборке вала 13. Дальнейший анализ разборки вала 13 приводит к заключению, что и после удаления вала 23 вал 13 придется вынимать влево, снимая с него постепенно детали, так как при движении вправо детали 14 и 16 не пройдут через отверстие, освобождаемое деталью 19, а деталь 19 не пойдет через отверстие, освобождаемое деталью 21.

Из рассмотренного примера выясняется последовательность разборки сложного механизма. Она заключается в следующем.

1. Сначала разбираются детали, разборке которых не мешают другие детали.

2. Определяется и разбирается узел, разбирающийся наиболее легко и освобождающий место для удобной разборки последующих узлов. Затем снова разбираются детали, снятию которых не мешают другие детали и т. д.

Эта последовательность разборки повторяется на оставшихся узлах механизма.

Очень часто в станках вообще и, в частности, в коробках скоростей встречаются детали, которые должны устанавливаться только во вполне определенном положении относительно других деталей или целых кинематических звеньев. Для фиксирования положения таких деталей заводы обычно маркируют их, но иногда маркировка отсутствует. Поэтому, разбирая станок, нужно иметь в виду это обстоятельство и проверять наличие маркировки, а также предвидеть трудности, которые могут возникнуть при последующей сборке деталей.

Примером деталей, требующих определенной фиксации их расположения в коробке скоростей и подач, могут служить шестерни, которые должны быть расположены на валах в определенной последовательности на вполне определенных расстояниях на оси вала, рейки и сектора для передвижения включающих вилок и т. п. Поэтому прежде чем разбирать коробку скоростей или подач, нужно проверить правильность положения всех рукояток согласно фиксаторам. Если имеются переходы или недоходы рукояток до своих мест, надо заменить величину отклонений и при разборке коробки выяснить причину дефекта с тем, чтобы устранить ее в дальнейшем.

Разбирая соединение рейки с сектором включения, нужно проверить, имеется ли маркировка зубьев, рейки и сектора. При отсутствии маркировки заметить мелом зуб на секторе и впадину рейки, в которую входит данный зуб (лучше в положении сектора, соответствующем холостому ходу), затем нанести маркировку. Маркировку

можно наносить посредством выбивки нулей на торце зубьев сектора и рейки.

Промывка деталей при разборке. Обычно снятые детали покрыты слоем черной маслянистой грязи, мешающей осмотру, а часто делающей невозможным их тщательный осмотр. Поэтому после разборки детали обязательно промываются, очищаются от грязи и вытираются.

Детали промывают в керосине, налитом в специальный закрывающийся бак. Размеры бака берутся в зависимости от величины деталей. Необходимо иметь не менее двух баков: один для предварительной промывки, при которой смывается почти вся грязь, другой — для окончательной. В последнем баке деталь остается некоторое время, пока не будет растворена керосином вся присохшая грязь, а также ржавчина.

Во время промывки надо прочистить все канавки и отверстия. Если имеется сжатый воздух, то полезно продуть все отверстия, канавки и сами детали, после чего протереть их чистыми тряпками. Для промывки деталей полезно пользоваться щетками из мягкой проволоки, щетины и войлока.

Составление дефектных ведомостей при разборке. Составление дефектной ведомости начинается с момента остановки станка. При этом производится осмотр и выявление дефектов у наружных деталей станка: рукояток, кожухов и т. п. Выявление дефектов ведется и в процессе разборки станка с целью устранения всех ненормальностей в сопряжении деталей.

Предварительно осмотренные детали протираются и подаются на стеллажи или стол, где их окончательно осматривают и назначают необходимый ремонт и его ориентировочную технологию, которые записываются в дефектную ведомость. Дальше деталь поступает к конструктору, который производит необходимые замеры и определяет ремонтные размеры. Ремонтные размеры конструктор определяет конкретно для каждого случая. Пользоваться только нормальными диаметрами не обязательно. В некоторых случаях выгодно отступать от нормальных диаметров.

Устанавливать заранее переходные ремонтные размеры в зависимости от вида очередного ремонта, как это имеет место на железнодорожном транспорте, не имеет смысла. Такая система хороша в массовом производстве и совершенно неудовлетворительна в условиях ремонта станков, так как чрезвычайно усложняет планирование, заставляет снимать излишний слой металла в ущерб сроку службы деталей.

При осмотре и составлении эскизов деталей проверяется характер их износа. Если износ ненормально велик, следует проанализировать причины его и принять меры по улучшению качества детали или обеспечить лучшую эксплуатацию ее.

Определить твердость поверхности детали можно специальным набором напильников по методу царапания, приборами Польди, Шора и переносным прибором Бринелля.

Детали должны раскладываться в порядке расположения узлов станка, чтобы конструктор мог в любой момент проверить сопряжение детали и легко восстановить кинематическую схему узла. Нумерация детали дается по кинематической схеме согласно установленному порядку. Все детали, не имеющие маркировки, получают номер, полагающийся им по кинематической схеме. Этот номер выбивается на нерабочих поверхностях детали, причем перед номером выбивается условный знак, отличающий присвоенный номер детали от других маркировок, могущих быть на детали.

5. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ И СБОРКУ ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ СТАНКОВ

Общие условия. Качество механической обработки деталей должно соответствовать требованиям чертежа, нормалей и стандартов. Чисто обработанные поверхности не должны иметь следов вибрации и дрожания режущего инструмента, заусенцы и острые углы должны быть сняты. Изготовленные детали принимаются ОТК и маркируются номером чертежа, по которому они изготовлялись.

Направляющие поверхности скольжения станин, столов, кареток и т. п. 1. Направляющие должны иметь твердость согласно нормалям.

2. В пределах одной и той же направляющей скольжения колебание твердости не должно быть больше $25 H_V$ при длине направляющих до 4 м и $35 H_V$ при длине более 4 м. Для направляющих станин, состоящих из нескольких отдельных частей, колебание твердости допускается до $45 H_V$ на всей длине направляющей. Указанные отклонения даются с условием, чтобы значение $H_{V_{\max}}$ и $H_{V_{\min}}$ не выходили из допускаемых пределов.

3. Направляющие поверхности скольжения должны чисто обрабатываться шабровкой или шлифованием, либо другим способом, который сообщает поверхности такое же высокое качество (полировка, притирка пастой ГОИ). Закаленные направляющие должны быть тонко отшлифованы.

4. Шабровка направляющих выполняется равномерно по всей их площади. Определение качества шабровки производится по краске, по количеству пятен на площади $25 \times 25 \text{ мм}^2$, причем количество пятен получается как среднее арифметическое при замерах, не менее чем в трех разных местах направляющих. Количество несущих пятен на площади $25 \times 25 \text{ мм}^2$ должно быть не менее 16 для направляющих высокоточных (прецизионных) станков, 10 — для направляющих скольжения шириной меньше 250 мм и 6 — при ширине направляющих больше 250 мм.

5. Направляющие скольжения должны по всей поверхности прилегать к соответствующим поверхностям сопряженных деталей.

Плотность прилегания проверяется на краску и щупом 0,04 мм, который не должен заходить в стык между сопряженными поверхностями; допускается лишь закусывание щупа на длине 25 мм с торцев направляющих.

6. Клинья для регулирования зазоров в направляющих должны плотно прилегать к направляющим по всей длине как в плоскости скольжения, так и в плоскости прилегания.

7. Точность направляющих регламентирована ОСТ и ГОСТ «Нормы точности» для станков различных типов.

Наделки на направляющие скольжения станков. 1. Наделки на направляющие станков находят широкое применение при ремонте станков. Наделки ставятся на направляющие плотов супортов и столов токарных, карусельных, револьверных, расточных, фрезерных, зуборезных и других станков. Опыт работы показывает, что после установки наделок износ направляющих значительно уменьшается и отсутствуют их задиры.

2. Толщина наделок зависит от размеров станка и веса узла, давление которого испытывают направляющие, а также от режима работы станка. Толщина наделок берется с таким расчетом, чтобы при последующих двух капитальных ремонтах была возможность ремонта наделок строганием и шабровкой, не прибегая к замене их новыми. Так, например, для плотов шпиндельной стойки расточных станков толщина наделок в зависимости от диаметра шпинделя составляет:

Диаметр шпинделя в мм	200—250	150—200	меньше 150
Толщина наделки в мм	13—15	10—12	7—10

3. Длина отдельных наделок 1000—1200 мм.

4. Крепление наделок применяется различное, в зависимости от конструкции направляющих, но наиболее надежным следует считать крепление потайными винтами со срезной головкой. Диаметр винта равен примерно 1—1,2 толщины наделки. Глубина нарезанного отверстия под винт 1,6—2 диаметра винта. Диаметр шейки, по которой отрезается головка винта, должен быть меньше внутреннего диаметра резьбы винта и рассчитывается на усилие, необходимое для затяжки винта с тем, чтобы при окончательной затяжке шейка разрушалась.

5. Винты устанавливаются в шахматном порядке: шаг установки винтов выбирается в зависимости от размеров накладок в пределах 50—300 мм.

6. В качестве материала для наделок и винтов берется обычно бронза Бр. ЛМцС 58—2—2.

7. Плохо пригнанные наделки снижают жесткость узла станка и могут быть причиной вибрации при работе станка. Поэтому плоскости прилегания наделок необходимо взаимно пришабрить по краске. Количество пятен на квадрате 25×25 мм не менее 6.

8. При креплении наделок винтами затяжку винтов начинать от

середины наделки (по длине), а затем попеременно с каждой стороны переходить постепенно к концам. Крепить винты следует до отказа, не допуская свертывания шеек. На каждом закрепленном участке проверять плотность прилегания накладки к направляющим щупом толщиной 0,05 мм, который не должен проходить между сопряжениями плоскостей.

При обнаружении отставания наклейки от плоскости направляющей вывинтить винт и расшабровать соответствующим образом конусную часть отверстия в накладке для потайной головки винта.

9. После крепления всех винтов и контроля отсутствия коробления наклейки на каком-либо участке крепить винты окончательно (до свертывания шеек) в том же порядке, как указано в пункте 8, с проверкой коробления накладок. При обнаружении на каком-либо участке коробления свыше допустимого винт вывинтить или высверлить и поставить новый с соответствующей расшабровкой конусной части отверстия в накладке.

10. Стругание накладок производится после их закрепления на направляющих. Стругание производится: на глубину — по разметочным рискам на торце направляющей и на форму профиля — по контршаблону, снятому с окончательно отделанных направляющих станин. Припуск на шабровку оставляется в пределах 0,1—0,2 мм в зависимости от размеров направляющих.

Подшипники, вкладыши и втулки подшипников. Трущиеся поверхности подшипников, вкладышей и втулок для валов диаметром до 120 мм должны иметь не менее 12, а для валов диаметром свыше 120 мм — не менее 10 пятен на площади 25×25 мм².

Шкивы для плоских и клиноременных передач. 1. Биение обода в зависимости от его диаметра не должно превышать примерно:

Диаметр шкива в мм	до 300	300—600
Радialное в мм	0,10	0,15
Торцевое в мм	0,06	0,08

2. Шкивы и другие вращающиеся детали должны балансироваться статически или динамически в соответствии со следующими условиями:

Скорость в м/сек	$V : D$	Вид балансировки
3—6	Любое	Статическая
6—15	Меньше 1	Статическая
6—15	Больше 1	Динамическая
Больше 15	Меньше $\frac{1}{3}$	Статическая
Больше 15	Больше $\frac{1}{2}$	Динамическая

Здесь V обозначает ширину обода шкива; D — диаметр шкива. Динамическая балансировка может производиться только на специальной машине, а при ее отсутствии, когда по условиям работы требуется динамическая балансировка, статическую балансировку следует производить с особенной тщательностью, с наиболее возможной точностью.

Шпиндели. 1. Шпиндели, работающие с окружной скоростью больше 3 м/сек, должны балансироваться.

2. Передние концы шпинделей выполняются по существующим стандартам: токарные и револьверные станки ОСТ 428; сверлильные и расточные ГОСТ 2701—44, фрезерные ГОСТ 836—47, шлифовальные ГОСТ 2323—51.

3. Твердость поверхности шеек, вращающихся в подшипниках скольжения: при числе оборотов больше 1000 в мин. 54—60 R_c , при числе оборотов 300—1000 в мин. не меньше $H_B = 220$, при числе оборотов меньше 300 в мин. твердость шеек не регламентируется.

4. Биение мест посадок зубчатых колес относительно опорных шеек: для колес 1 и 2 классов — не свыше 0,015 мм, для колес 3 и 4 классов — не свыше 0,03 мм.

5. Допустимое отклонение от совпадения оси резьб с осью опорных шеек (допустимое биение), измеренное по среднему диаметру резьбы, не должно превышать: для станков класса Н* 0,025 мм, для станков класса П и Г 0,050 мм.

6. Биение торца опорной гайки, плотно навинченной на резьбу шпинделя, не должно превышать на радиусе 50 мм: для станков класса Н 0,025 мм, для станков класса П и Г 0,050 мм.

Шлицевые валы. 1. Биение центрирующей поверхности шлицевого участка относительно опорных шеек допускается: для зубчатых колес 1 и 2 классов не свыше 0,02 мм, для зубчатых колес 3 и 4 классов не свыше 0,04 мм.

2. Суммарная ошибка шага и неравномерности ширины шпонок допускается не свыше: для станков класса Н 0,02 мм, для станков класса П и Г 0,04 мм.

3. Отклонение боковых граней шпонок от параллельности оси вала допускается на длине 100 мм не свыше: для станков класса Н 0,02 мм, для станков класса П и Г 0,04 мм.

4. Твердость поверхностей шпоночной части вала, по которой будут скользить передвигаемые детали: при числе перемещений свыше 15 в час. 50—60 R_c , при меньшем числе перемещений не ниже 220 H_R .

Зубчатые колеса. 1. Согласно нормам станкостроения зубчатые колеса делятся на 4 класса:

а) к первому классу относятся зубчатые колеса высокой точности для делительных механизмов и прецизионных станков, когда от зубчатых колес требуется сохранение точного и постоянного передаточного отношения при малых углах поворота. К этому же классу относятся все зубчатые колеса, работающие со скоростью 15 м/сек и выше;

б) ко второму классу относятся зубчатые колеса коробок скоростей и подач станков нормальной точности, а также колеса, работающие с окружной скоростью от 10 до 15 м/сек;

в) к третьему классу относятся зубчатые колеса, работающие с окружной скоростью от 5 до 10 м/сек;

* О классах точности ремонта Н, П и Г см. главу VIII.

г) к четвертому классу относятся зубчатые колеса ручных и тихоходных передач, работающих с окружной скоростью до 0,5 м/сек.

2. Зубчатые колеса, работающие с окружной скоростью свыше 3 м/сек, должны, как правило, закаливаться; твердость поверхности зуба после закалки должна быть не менее 48 R_C .

3. Наружный диаметр цилиндрических зубчатых колес должен выполняться с допусками, указанными в табл. 34.

Таблица 34

Допустимые отклонения по наружному диаметру зубчатых колес в мк

Класс точности	Диаметр колеса в мм					
	40—100	101—200	201—400	401—800	801—1200	1201—1600
1	—25	—30	—35	—50	—60	—80
2	—45	—50	—60	—80	—110	—140
3	—80	—90	—100	—140	—200	—250
4	—140	—150	—180	—240	—320	—400

Примечания. 1. Эти допуски даются при условии, что измерение элементов зуба производится от наружного диаметра.
2. При получении фактического размера наружного диаметра с отклонениями большими, чем указано в таблице, размер фактического диаметра, измеренный с точностью до 0,02 мм, выбивается на торце зубчатого колеса, и контроль элементов зуба производится с учетом полученного отклонения от чертежного размера наружного диаметра.

4. Биеение по наружной окружности и непараллельность торцев зубчатых колес допускается согласно табл. 35.

Таблица 35

Допустимое биеение по окружности выступов и по торцу зубчатых колес в мк

Класс точности	Диаметр колеса в мм					
	40—100	101—200	201—400	401—800	801—1200	1201—1600
1	15	20	25	35	50	60
2	30	35	40	60	80	110
3	40	50	70	80	100	130
4	100	110	140	180	220	280

5. Толщина зуба по делительной окружности должна лежать в пределах, указанных на чертеже; при отсутствии таких указаний на чертеже толщина принимается равной половине шага с минусовыми допусками, указанными в табл. 36.

6. При сборке правильность зацепления зубчатых колес должна проверяться на краску. Касание зубьев по высоте должно быть не менее чем на 60% профиля, а по длине для колес: 1 класса 75%, 2 класса 65%, 3 класса 50%. Для колес 4 класса разрешается каса-

Таблица 36

Допустимые отклонения от размера по толщине зуба в мк

Класс точности	Модуль в мм	Диаметр колеса в мм					
		40—100	101—200	201—400	401—800	801—1200	1201—1600
2	1,0—2,25	40	45	50	60	—	—
	2,5—4,0	40	45	50	60	80	100
	4,5—6,0	40	45	50	70	90	110
	6,5—8,0	40	45	50	70	90	110
3	1,0—2,25	60	70	80	110	—	—
	2,5—4,0	70	70	90	120	160	200
	4,5—6,0	70	80	90	120	160	200
	6,5—8,0	80	90	100	130	170	210
4	до 4,0	110	120	140	190	250	310
	4,5—6,0	120	130	150	200	260	320
	6,5—8,0	130	140	160	210	270	330
	8,5—10,0	140	150	170	220	280	340
	12,0—14,0	—	160	190	230	290	350

ние в отдельных точках, расположенных равномерно по длине профиля зуба.

Ходовые винты. В зависимости от степени точности перемещения, которую должны обеспечить ходовые винты, они по нормали Главстанкопрома (СТ 20—4) делятся на пять классов.

Для предупреждения деформации под влиянием собственного веса ходовые винты между операциями рекомендуется хранить в подвешенном вертикальном положении.

Корпуса коробок скоростей и подач. 1. Корпуса коробок скоростей точных станков; корпуса, несущие шпиндель шлифовальных станков; шпиндельные блоки многошпиндельных автоматов и им подобные детали отливаются из чугуна марки СЧ 32—52. Корпуса коробок скоростей обычных станков; корпуса коробок подач, фартуков, консолей и др. аналогичных деталей отливаются из чугуна марки СЧ 21—40. Корпуса второстепенных деталей, например корпуса коробок переключения, передачи ручных движений и т. п., отливаются из чугуна марки СЧ 15—32.

2. Отклонения от размера межцентрового расстояния и допуски на перекося и непараллельность осей расточек в корпусах коробок

скоростей с цилиндрическими колесами модулей 1,0—8,0 мм не должны быть больше указанных в табл. 37.

Таблица 37

Допуски на межцентровое расстояние, непараллельность и перекос осей

Элементы проверки	Межцентровое расстояние в мм	Классы точности передач			
		1	2	3	4
Отклонение фактического размера межосевого расстояния в мк (\pm)	до 100	25	40	70	100
	101—200	30	50	80	120
	201—400	40	60	90	130
	401—800	45	70	100	150
Допуск на непараллельность и перекос осей на длине 500 мм в мк	до 100	35	60	100	150
	101—200	40	60	120	180
	201—400	60	90	140	200
	401—800	70	100	150	200

Червяки. 1. В зависимости от целевого назначения червячные передачи в станкостроении делятся на два класса. К первому классу относятся червячные передачи делительных механизмов точных

Таблица 38

Допуски на средний диаметр червяков

Класс	Модуль в мм	Отклонения в мм в сторону минуса при номинальном среднем диаметре в мм			
		до 50	50—75	75—100	100—150
1	2,0—3,5	0,02—0,05	0,03—0,06	0,04—0,08	—
	4,0—5,5	—	0,05—0,09	0,06—0,10	0,07—0,12
	6,0—8,0	—	0,09—0,14	0,11—0,16	0,14—0,20
2	2,0—3,5	0,04—0,07	0,05—0,09	0,06—0,11	—
	4,0—5,5	—	0,08—0,13	0,10—0,15	0,11—0,18
	6,0—8,0	—	0,14—0,21	0,16—0,25	0,20—0,30

станков: зуборезных, резбонарезных, делительных головок и т. п. К второму классу относятся все остальные червячные передачи.

2. Допуски на средний диаметр червяка не должны превышать величин, указанных в табл. 38.

3. Отклонение осевого шага между двумя любыми витками от его теоретической величины допускается для червяков 1 класса $\pm 0,01 m$ и для червяков 2 класса $\pm 0,02 m$, где m — модуль червяка.

4. Отклонение угла между боковой стороной профиля витка и перпендикуляром к оси червяка допускается в пределах ± 2 мин. для червяков 1 класса и ± 4 мин. для червяков 2 класса.

5. Допуски на отклонение от концентричности цилиндра среднего диаметра червяка с поверхностью центрального отверстия или с поверхностями его опорных шеек рекомендуются согласно табл. 39.

Таблица 39

Допуски на биение по среднему диаметру червяков

Класс	Величина допускаемого биения в мм при номинальном диаметре в мм				
	до 50	50—75	75—100	100—125	125—150
1	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
2	0,03	0,04	0,06	0,08	0,10

6. Твердость рабочих поверхностей витков червяка должна быть для цементованных колес не меньше $56 R_c$ и сырых колес не меньше $220 H_B$.

7. Отклонения от размера межцентрового расстояния осей расточек корпусов коробок при червячном зацеплении не должны превышать указанные в табл. 40.

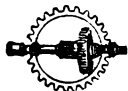
Таблица 40

Допуски на межцентровое расстояние червячных передач

Класс передачи	Модуль червяка в мм	Отклонения в мм (допускаются только в сторону+) при номинальном расстоянии между осями в мм			
		менее 50	50—100	100—200	200—400
1	2,0—4,5	30	40	50	70
	5,0—8,0	40	50	70	90
2	2,0—4,5	50	60	80	100
	5,0—8,0	60	80	100	120

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для какой цели составляется дефектная ведомость?
2. Какие меры предосторожности принимаются при разборке крупных станков?
3. Для чего маркируются детали при разборке станка?
4. Как крепятся наделки на направляющих?
5. На сколько классов и по каким признакам разделяются зубчатые колеса в станкостроении?
6. Какие детали нужно балансировать?
7. Как проверяется при сборке правильность зацепления зубчатых колес?
8. На сколько классов точности разделяются ходовые винты и червяки?





ГЛАВА VIII

СБОРКА И ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СТАНКА

1. УСТАНОВКА СТАНИНЫ

Сборка станка начинается с установки его станины на стенде в ремонтном цехе или на фундаменте в цехе заказчика. При установке на фундаменте станина выверяется на клиньях или башмаках с необходимой точностью и прочно закрепляется в выверенном положении.

Заливка станины производится лишь после сборки станка и окончательной выверки и сдачи ОТК всех координат. Это дает возможность избежать деформации залитой станины после установки на нее тяжелых деталей. Станины токарных станков могут подливаться цементом до сборки. Для ускорения работы и надежности установки при подливке станков следует пользоваться быстросхватывающимся цементом.

2. ГРАФИК РЕМОНТА СТАНКА

В отличие от сборки нового станка, в ремонтном деле к моменту начала сборки отдельные детали станка могут быть не полностью изготовлены или отремонтированы. Сборка, как правило, сопровождается ремонтом и приспособкой отдельных деталей и узлов станка, т. е. сборка станка при ремонте неотделима во времени от ремонта станка в целом.

Это усложняет ведение ремонта и поэтому правильно организованный ремонт должен вестись по графику, составленному заранее.

Основой для составления графика является типовая технология ремонта с разбивкой ее на ряд операций и с укрупненными нормами на выполнение этих операций. Эта технология разрабатывается технологами, с учетом опыта ранее производившихся ремонтов станков подобного типа.

График составляется старшим мастером, который руководит ремонтом, и продолжительность работ по ремонту должна соответствовать тому сроку, который назначен станку по плану ремонта.

Длительность каждой операции на графике обозначается горизонтальной линией, а начало и конец — вертикальными черточками.

Фактическое выполнение графика по каждой операции отмечается также линиями и черточками, нанесенными ниже. График дает возможность видеть каждый день, на каких операциях должна производиться работа и на каких она фактически производится, есть ли отставание или опережение графика.

В графике необходимо предусмотреть особую графу, например, «Примечание» для записей номеров деталей, которых не хватает к моменту составления графика. По мере готовности деталей их номера округляются. Таким образом, каждый день видно, отсутствие каких деталей задерживает сборку.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА СБОРКУ СТАНКОВ

Стандартизованных технических условий на сборку ремонтируемых станков в настоящее время не имеется. Ремонтникам при сборке станков надо руководствоваться нормами точности на ремонтируемые станки (об этих нормах будет сказано позже), и техническими условиями, которые разрабатывают технологические и конструкторские бюро отдела главного механика. На некоторых заводах отсутствуют и эти технические условия, и сборку ведут на основе опыта бригадира и самих слесарей.

Поэтому целесообразно привести здесь основные технические условия на сборку универсального токарного станка, применяемые на одном из крупных машиностроительных заводов. По аналогии с этими техническими условиями можно разработать технические условия на сборку любого типа станка.

Технические условия на сборку токарного станка. 1. Перед сборкой все поверхности деталей, работающие на трение, очищаются от краски и грязи, промываются в керосине и вытираются чистыми тряпками. Шарико- и роликоподшипники промываются в бензине.

2. Пригонка и посадка деталей должна соответствовать требованиям чертежа и условиям работы соединения. Неподвижные соединения не должны иметь в местах соединения зазоров. Подвижные соединения должны при нормальных зазорах легко и плавно, без всяких заеданий перемещаться по своим направляющим.

3. Неподвижно соединяемые детали некруглой формы — кронштейны, стойки, корпуса коробок подач и другие, посадка которых определяет движение, сцепление или относительное положение движущихся деталей, должны, как правило, фиксироваться контрольными шпильками или штифтами не менее двух штук на одну пару соединяемых деталей.

4. Для подтяжки разъемные подшипники шпинделя снабжаются прокладками толщиной не более 2 мм. Прокладки не должны выступать за габариты подшипников.

5. При сборке станины, корыта, тумбы или ножек нельзя применять прокладки для устранения односторонних зазоров в опорных поверхностях. Чтобы избежать коробления станины при скреплении винтами корыта со станиной, опорные поверхности их должны быть

хорошо пригнаны друг к другу. Так же хорошо пригоняются опорные поверхности корыта, тумбы и ножек.

6. Неподвижные бабки, стойки, коробки хорошо подгоняются к станине по опорным поверхностям, при этом не допускаются зазоры, превышающие 0,05 мм.

7. Рабочие поверхности шпоночных соединений должны быть чистыми; забоины и заусенцы не допускаются.

8. Шарико- и роликоподшипники всех видов, сидящие на валах, выходящих наружу, надежно защищаются уплотняющими кольцами и крышками от проникновения в них грязи и пыли.

9. Вкладыши и втулки подшипников запрессовываются в конических или цилиндрических гнездах бабок и коробок без всякой качки.

10. Монтаж валов коробок скоростей, подач выполняется так, чтобы параллельность осей валов была сохранена. Максимальное отклонение от параллельности осей двух связанных зубчатой передачей валов не должно превышать установленного техническими условиями и допуском на изготовление коробок скоростей и подач.

11. Соединительные муфты должны быть плотно посажены на валах. Не допускаются выступающие наружу гайки, головки болтов, шпильки и т. п.

12. Кулачковые муфты монтируются так, чтобы они не имели продольного смещения в крайних положениях рычага управления муфтой.

13. В шпиндельных бабках со ступенчатым шкивом и перебором между торцом фланца шкива и шестерней перебора должен быть зазор, обеспечивающий свободное вращение шкива.

14. Положения рукояток коробок скоростей и подач должны соответствовать указаниям таблиц, связывающих эти положения с определенным числом оборотов шпинделя или подачами при полном вращении муфт или скользящих шестерен.

15. Рейка подгоняется к станине так, чтобы в местах стыков не было искажения шага зубьев, уступов в сопряжении звеньев и перекосов.

16. Кронштейны ходовых винтов и валов пришабровываются к соответствующим поверхностям станины, надежно укрепляются, причем крепления должны иметь не менее двух контрольных шпилек.

17. Мертвый ход падающих винтов не должен превышать $0,3t$ оборота маховичка, где t — шаг резьбы винта.

18. Допускаемое радиальное и торцевое биение шкивов на валах не должно быть больше установленных для них в разделе «Технические условия на изготовление и сборку основных деталей станков».

19. Опорные поверхности дверец и люков должны прилегать без зазоров, заметных на глаз.

20. Центрирующие кулачки люнета хорошо подгоняются к своим гнездам и должны плавно перемещаться в них.

21. Масло- водо- и воздухопроводы монтируются так, чтобы не

было никакой течи в соединениях. Трубопроводы должны идти с равномерным уклоном в сторону резервуаров для жидкостей, во избежание образования местных скоплений воздуха (воздушных мешков), нарушающих правильную работу системы. Перед постановкой на место все масло- водо- и воздухопроводы продуваются сжатым воздухом.

22. Все масленки и смазочные отверстия защищаются от попадания в них стружки, пыли и грязи. Лучше всего простые отверстия заменять масленками с шариками.

23. Соединения коробок с масляными ваннами, крышек и маслоуказателей должны быть пригнаны так, чтобы не было никакой течи масла.

24. Выступающие вращающиеся части станка: шкивы, ремни, валы, шестерни закрываются кожухами.

4. ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СТАНКА

Собранный станок перед началом эксплуатации проходит технический контроль.

Технический контроль производится отделом технического контроля (ОТК) с непременным участием представителей ремонтного цеха. Технический контроль состоит из следующих проверок:

- а) проверки на точность ремонта самого станка;
- б) проверки на точность обрабатываемых на станке деталей;
- в) проверки станка на мощность;
- г) проверки внешнего вида и отделки станка.

5. НОРМЫ ТОЧНОСТИ СТАНКОВ, ВЫШЕДШИХ ИЗ РЕМОНТА

Когда выпускается новый станок, особенно универсальный, неизвестно, на какой работе он будет использован: на точной, отделочной или же на грубой, обдирочной. Поэтому новые станки изготавливаются с очень высокой степенью точности пригонки и отделки деталей. Считается, что новый универсальный станок должен обрабатывать детали с точностью не ниже 2 класса.

Когда же станок ремонтируется, то почти всегда бывает известно, для какого цеха он предназначен и какую работу будет выполнять.

Если станок будет использоваться в основном на грубых обдирочных работах или работах низких классов точности, то нецелесообразно выпускать станок из ремонта со степенью точности новых станков. Если станок работает одновременно на грубых обдирочных и чистовых работах, нет смысла (несмотря на требования производителей) ремонтировать его с точностью, соответствующей новому станку, потому что, работая на обдирке, станок быстро потеряет точность, и значительные затраты времени и средств, вложенные в станок для придания ему точности нового станка, окажутся потерянными.

Следовательно, ремонтировать все станки с точностью, соответствующей новому станку, не следует. Надо учитывать характер ра-

боты, которую будет выполнять станок по выходе из ремонта. Однако недопустимо ремонтировать все станки с грубыми допусками. Чтобы определить требования к ремонту станков, были разработаны нормы, регламентирующие точность ремонтируемых станков. Первой серьезной и законченной работой в этом направлении была работа, проделанная инж. П. Д. Сергеевым на Коломенском машиностроительном заводе в 1933—1934 гг.

В 1936—1937 гг. Реммаштрест, положив в основу опыт Коломенского завода, а также использовав обширный опыт других заводов, создал «Технические условия на испытания станков, вышедших из ремонта». Эти технические условия являются в настоящее время нормами, регламентирующими качество сборки ремонтируемых станков. В основу норм Реммаштреста положено условие, что станки следует ремонтировать с точностью, соответствующей точности деталей, обрабатываемых на них.

Для этого нормами предусмотрено три класса точности ремонтируемых станков:

Класс Н — точные станки, сдаваемые по нормам точности для новых станков; станки годны для обработки деталей 2 класса точности.

Класс П — станки пониженного класса точности, годные для обработки деталей 3 класса точности.

Класса Г — грубые станки, годные для обработки деталей 4 класса точности. По этому классу точности ремонтируются станки, предназначенные для обработки деталей с точностью не выше 4 класса, и станки для обдирочных работ.

Соотношение между классами точности Н : П : Г = 1 : 2 : 3. Это значит, что если для станков класса Н величину допусков на точность сборки принять за единицу, то величина допусков для класса П будет в два раза и для класса Г — в три раза больше.

Соотношение 1 : 2 : 3 сохраняется не везде. Там, где понижение точности связано с повышенным износом станка или достижение более высокой точности не представляет трудности, эти соотношения берутся меньшими.

Для станков, которые по своему характеру не могут быть использованы на грубых работах, приняты только два класса точности: Н и П.

Нормы точности ремонтируемых станков даны в справочнике Реммаштреста «Технические условия на станки, вышедшие из ремонта». В случае отсутствия указанного справочника для станков класса Н следует пользоваться нормами точности, даваемыми соответствующими стандартами (ОСТ), так как неточность станка, отремонтированного по классу Н, совпадает с нормами точности на новые станки. ОСТ на нормы точности в настоящее время имеются для всех универсальных станков и для многих типов специальных станков.

Таблица 41

Поправочные коэффициенты норм точности отремонтированных станков

Тип станка	Проверка	Поправочные коэффициенты для классов точности	
		П	Г
Токарные общего назначения	Прямолинейность направляющих станины .	2	2,5
	Спиральная извернутость направляющих станины .	1,2	1,5
	Совпадение оси конуса шпинделя с осью шпинделя .	1	1,5
	Параллельность оси ходового винта направляющим станины .	1	1,5
	Смещение оси гайки относительно оси ходового винта .	1,25	1,5
	Поперечная обточка планшайбы должна давать плоскость .	1,5	2
	Все остальные проверки .	2	3
Токарно-лобовые	Планшайба при вращении не должна давать осевого биения .	1,5	2,5
	Остальные проверки .	2	3
Токарно-затыловочные	Все проверки .	2	—
Револьверные автоматы	Горизонтальность направляющих станины .	1,5	2
	Совпадение оси конуса шпинделя с осью шпинделя .	1,5	2
	Револьверная головка не должна иметь качки на стопорном штифте .	1,5	2
	Параллельность оси ходового винта направляющим станины .	1,5	1,5
	Смещение оси гайки относительно оси ходового винта .	1,5	2,0
	Остальные проверки .	2	3
Многошпиндельные автоматы	Спиральная извернутость станины .	1,5	—
	Остальные проверки .	2	—
Горизонтально-и универсально-фрезерные	Совпадение оси конуса шпинделя с осью шпинделя .	1,5	2
	Осевое биение шпинделя .	1,5	2

Таблица 41 (продолжение)

Тип станка	Проверка	Поправочные коэффициенты для классов точности	
		П	Г
Горизонтально-и универсально-фрезерные	Поверхность стола должна быть плоской	1,25	1,5
	Верхняя плоскость стола должна быть параллельна плоскости его поворота	1,5	2
	Остальные проверки	2	3
Вертикально-фрезерные	Совпадение оси конуса шпинделя с осью шпинделя	1,5	2
	Осевое биение шпинделя	1,5	2
	Поверхность стола должна быть плоской	1,25	1,5
	Остальные проверки	2	3
Продольно-фрезерные	Совпадение оси конуса шпинделя с осью шпинделя	1,5	2
	Осевое биение шпинделя	1,5	2
	Поверхность стола должна быть плоской	1,25	1,5
	Остальные проверки	2	3
Зубофрезерные	Совпадение оси конуса шпинделя с осью шпинделя	1,5	2
	Остальные проверки	2	3
Зубодолбежные	Все проверки	2	
Резьбофрезерные	Прямолинейность направляющих станины	1,5	2
	Спиральная извернутость направляющих станины	1,5	2
	Параллельность отдельных направляющих станины между собой	1,5	2
	Биение центра передней бабки	1,5	2
	Совпадение оси конуса шпинделя с осью шпинделя	1,5	2
	Параллельность оси ходового винта направляющим станины	1	1,5
	Смещение оси гайки относительно оси ходового винта	1,25	1,5
Остальные проверки	2	3	

Таблица 41 (продолжение)

Тип станка	Проверка	Поправочные коэффициенты для классов точности	
		П	Г
Горизонтально-сверлильно-фрезерные	Прямолинейность поверхности стола	1,5	2
	Совпадение оси конуса шпинделя с осью шпинделя	1,5	2
	Биение шпинделя в радиальном и осевом направлении	1,5	2
	Осевое биение планшайбы	1,5	2
	Остальные проверки	2	3
Вертикально-сверлильные	Прямолинейность поверхности стола	1,5	2
	Совпадение оси конуса шпинделя с осью шпинделя	1,5	2
	Остальные проверки	2	3
Радиально-сверлильные	Перпендикулярность колонны к фундаментной плите	1,5	2
	Параллельность направляющих рукава фундаментной плите	1,5	2
	Совпадение оси конуса шпинделя с осью шпинделя	1,5	2
	Остальные проверки	2	3
Круглошлифовальные	Совпадение оси конуса шпинделя с осью шпинделя	1,5	—
	Совпадение оси шпинделя с направлением движения стола	1,5	—
	Остальные проверки	2	—
Плоскошлифовальные с горизонтальным шпинделем	Все проверки	2	3
Плоскошлифовальные с вертикальным шпинделем	Перпендикулярность направляющих супорта шлифовального круга к поверхности стола	1,5	2
	Остальные проверки	2	3
Плоскошлифовальные строгального типа	Параллельность стоек между собой	1,5	2
	Остальные проверки	2	3

Таблица 41 (окончание)

Тип станка	Проверка	Поправочные коэффициенты для классов точности	
		П	Г
Внутришлифовальные	Спиральная изогнутость направляющих станины	1,5	2
	Совпадение оси конуса шпинделя с осью шпинделя	1,5	2
	Остальные проверки	2	3
Универсально-заточные	Параллельность оси шпинделя плоскости стола	1,5	—
	Остальные проверки	2	—
Поперечно-строгальные	Все проверки	2	3
Продольно-строгальные	Прямолинейность направляющих	1,5	2
	Остальные проверки	2	3
Долбежные	Прямолинейность направляющих	1,5	2
	Остальные проверки	2	3
Болторезные	Прямолинейность направляющих	1,5	2
	Остальные проверки	2	3

Определение норм точности для станков классов П и Г можно проводить с помощью табл. 41, составленной на основании данных Реммаштреста и Коломенского завода.

В этой таблице даны поправочные коэффициенты, на которые надо умножить норму точности для какой-либо проверки нового станка, чтобы получить соответствующую норму точности для этой же проверки класса П и Г.

Например, по ГОСТ 35—40 при проверке прямолинейности направляющих продольно-строгальных станков общего назначения допускается отклонение 0,02 мм на 1000 мм. Этот допуск должен быть принят для станков класса Н. Для станков классов П и Г в табл. 41 находим соответственно коэффициенты 1,5 и 2 и, следовательно, допуск на эту проверку для станка класса П будет равен $0,02 \times 1,5 = 0,03$ мм и для станка класса Г будет равен $0,02 \times 2 = 0,04$ мм на 1000 мм.

Нормы для станков, не указанных в таблице, можно брать, приравнивая их к какому-либо типу станка, помещенному в таблице, сходному по условиям работы.

6. ПРОВЕРКА СТАНКОВ НА ТОЧНОСТЬ

Проверка станка на точность производится на стенде в ремонтном цехе или на фундаменте в цехе, для которого станок ремонтировался. Вначале производится проверка на точность ремонта станка, а затем проверка на точность обработки на станке.

Перед испытанием станок должен быть точно установлен на стенде или фундаменте. Инструмент, которым производится проверка, должен быть проверенным и иметь паспорт, если этолагается для данного вида инструмента.

Прежде чем начать проверку, станок необходимо в течение не менее 2—3 час. обкатать вхолостую, чтобы приработались все подшипники и механизмы. Затем необходимо проверить и подтянуть все регулируемые части и снова обкатать станок, тщательно наблюдая, нет ли в каком-либо месте недопустимых нагревов.

Во время обкатки станка вхолостую проверяется исправное действие всех механизмов, а также смазывающей и охлаждающей систем, включаются постепенно все скорости и проверяется соответствие их данным паспорта станка. После этого приступают к проверке станка на точность. Проверка ведется согласно нормам точности для отремонтированного станка.

При испытании станка на точность обработки следует всегда иметь в виду, что испытание на точность может вестись только при чистой обработке, а потому режущий инструмент и режим обработки должны соответствовать чистой обработке. Инструмент должен быть качественным и хорошо заточен; стойкость его должна быть такова, чтобы за время испытания он не давал износа, влияющего на точность измерений. Режим обработки должен точно соответствовать сорту обрабатываемого материала. Обрабатываемый материал должен быть вполне определенный по сорту, лучше всего брать из стали марки Ст. 5 (ГОСТ 380—51).

7. ИСПЫТАНИЕ СТАНКА В РАБОТЕ НА МОЩНОСТЬ

Испытание станка в работе на мощность заключается в том, что станок испытывается под нагрузкой, т. е. на обдирке болванки или на обработке производственной детали. Сечение стружки и режимы резания берутся такими, чтобы станок согласно паспортным данным был загружен на полную мощность. Для этого по нормативам режимов резания подбирают глубину резания, подачу и скорость резания таким образом, чтобы была полностью использована эффективная мощность станка, а по формуле (9) или (10) главы IV проверяют допустимость получаемого при этом двойного крутящего момента. Это испытание производится после установки станка на его фундаменте.

Резание металла при использовании полной мощности станка продолжается не более получаса, при этом станок должен работать нормально, а электродвигатель не должен перегружаться более, чем на 10—15% против своей нормальной мощности. Если электродви-

гатель перегружается больше, чем указано, производят повторную прикатку станка на холостом ходу. Если повторная прикатка не дает удовлетворительных результатов, проверяют расчетным путем правильность определения в паспорте к. п. д. станка. Если и это не даст результатов, определяют и устраняют дефекты сборки станка.

8. ВНЕШНЯЯ ОТДЕЛКА СТАНКА

Отремонтированный станок должен быть тщательно отделан снаружи: окрашен, отшлифован, отполирован и т. д. Наружные очертания, канты, переходы, места стыков поверхностей должны быть ровными и правильными. Пригонка деталей и механизмов друг к другу должна быть выполнена тщательно и чисто. Должны быть сохранены параллельность и симметричность линий и поверхностей. Шабронные поверхности должны иметь однообразный вид.

Не допускается случайный выбор деталей одинакового назначения, например, установка на одном и том же станке масленок различной системы и размеров при одних и тех же условиях смазки, разных по размерам и форме болтов и гаек на одной и той же системе отверстий, замена звездочек рукоятками, ручных маховичков — рычагами и т. п., если такая замена не имеет целью улучшение качества станка.

Видимое простым глазом биение или шатание деталей не допускается даже в неотчетственных механизмах, например, у маховичков и рукояток.

Все наружные необработанные поверхности должны быть загрунтованы и, где нужно, зашпаклеваны. После шпаклевки эти поверхности должны быть окрашены прочной масляной краской и иметь гладкий вид. Окраска должна хорошо сопротивляться разъедающему действию охлаждающих жидкостей.

Окончательная окраска станка производится после испытания станка на точность и на мощность в работе. Окраска внутренних полостей, которые в процессе работы подвергаются воздействию масел, как, например, полости коробок скоростей и подач, должна производиться маслоустойчивой краской.

Электродвигатель и электроприборы, прикрепленные снаружи станка, должны быть окрашены в цвет, одинаковый со станком. Перед покраской эти части должны быть тщательно зашпаклеваны.

9. СДАЧА СТАНКА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Сдачу станка в эксплуатацию оформляют двумя документами: протоколом испытаний и актом на сдачу станка в эксплуатацию.

Протокол испытаний ведет представитель ОТК, принимающий станок. В протокол заносится название станка, его характеристика и инвентарный номер, даты испытаний, по мере их осуществления. Протокол хранится в деле станка.

Первым вносится в протокол результат испытания станка на точность сборки и указывается класс точности сборки, по которому про-

изводится приемка станка. Затем указываются номера и наименования проводимых проверок, допускаемые и фактически полученные отклонения. После этого дается заключение: принят или не принят станок по нормам точности сборки. Если станок не принят, то указывается, по каким проверкам он не принят и назначается срок повторного предъявления станка к сдаче.

После исправления дефектов и вторичного предъявления, по решению ОТК, проводятся или только те проверки, которые не показали требуемой точности при первом испытании станка, или же проводятся и другие проверки точности тех элементов станка, на которые могла повлиять работа по исправлению дефектов.

После приемки станка на точность сборки в протокол заносятся данные по проверке на точность обработки: эскиз обрабатываемой детали, материал и его твердость по Бринеллю, характеристика режущего инструмента и режимы обработки. Затем производятся замеры размеров, полученных при обработке, с указанием этих размеров на эскизе детали, и по ним судят о годности станка по точности обработки. Эта точность должна соответствовать для станков класса Н—2 классу точности обрабатываемой детали; для станков класса П—3 классу и для станков класса Г—4 классу точности.

Результаты испытаний станка на мощность также записываются в протокол с указанием режимов, сорта материала и поведения станка в работе.

После указанных проверок станок передается под расписку в протоколе цеху, эксплуатирующему станок. В начале эксплуатации станок должен проработать под надзором ремонтного цеха не менее 16 час. при половинной нагрузке по мощности, чтобы дать возможность приработаться всем движущимся деталям станка. После этого станок предъявляется для окончательной сдачи цеху по акту. Акт подписывается представителями ремонтного цеха и цеха, эксплуатирующего станок.

В течение 48 час. работы станка после сдачи (испытательный срок) он работает под надзором ремонтного цеха, и в этот срок ремонтный цех обязан устранить все дефекты, выявляющиеся в процессе работы станка. Время, затраченное на устранение дефектов, исключается из испытательного срока. Разногласия между ремонтным и производственным цехами решаются представителем ОТК.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего и как составляется график ремонта станка?
2. Расскажите о техническом контроле отремонтированного станка перед сдачей его в эксплуатацию.
3. Какие нормы точности предусматриваются для станков, вышедших из ремонта?
4. В чем заключается проверка станков на точность после ремонта и какие существуют классы точности?
5. Как испытывается отремонтированный станок на мощность?
6. Какова должна быть внешняя отделка станка, вышедшего из ремонта?
7. Как оформляется сдача станка в эксплуатацию?



ГЛАВА IX

КОНСТРУКЦИИ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ТОКАРНОГО СТАНКА

1. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Ремонтник, производящий ремонт токарного станка, должен хорошо знать его конструкцию и условия его эксплуатации. Поэтому, прежде чем перейти к описанию методов ремонта токарного станка в целом и ремонта его отдельных узлов, целесообразно дать описание конструкции его основных деталей и узлов, которые наиболее подвержены износу в процессе работы. В токарном станке такими деталями и узлами считаются: а) станины (их направляющие), б) супорты, их фартуки и падающие червяки, в) резцедержатели, г) шпиндели, д) задние бабки, е) ступенчатые шкивы, ж) фрикционы.

Большинство этих деталей и узлов по своей конструкции аналогично с одноименными деталями и узлами револьверных станков, и, следовательно, описание этих узлов даст возможность ремонтнику ознакомиться также с теми конструкциями, которые он встретит и при ремонте револьверного станка. В отдельных случаях, например, при описании направляющих станин токарного станка параллельно будет дано и описание некоторых оригинальных конструкций направляющих револьверных станков.

2. СТАНИНЫ ТОКАРНЫХ И РЕВОЛЬВЕРНЫХ СТАНКОВ И ИХ НАПРАВЛЯЮЩИЕ

Станина — основная часть станка, на которой смонтированы все остальные узлы, подвержена износу только в одной части, а именно, в части своих направляющих. Износ направляющих понижает точность станка и постепенно выводит из строя все связанные с направляющими станины узлы станка. Поэтому станкостроительные заводы уделяют большое внимание выбору рациональной конструкции направляющих. В имеющихся конструкциях направляющие станины можно разбить на три типа: плоские, призматические и комбинированные.

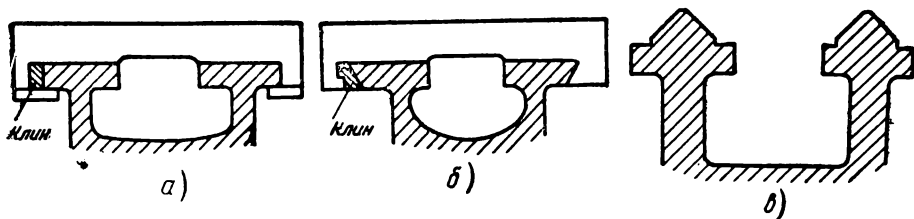
Направляющие, показанные на фиг. 21,а, называют плоскими

прямоугольного сечения, а направляющие, представленные на фиг. 21,б — плоскими со скошенными сторонами (форма ласточкина хвоста).

Характерным для этого типа направляющих является то, что они общие для супорта и задней бабки. Поэтому при износе направляющих от движения супорта станок быстро теряет точность из-за несовпадения центров передней и задней бабок.

Общие недостатки плоских направляющих следующие:

1. Необходимость применения регулировочных клиньев для компенсации износов. Износ же направляющих по длине не может быть равномерным, так как изнашивается больше та часть направляющих, которая больше бывает в работе. Поэтому во избежание заклинивания на месте несработанных участков направляющих клинья



Фиг. 21. Типы направляющих токарных станков:

а — плоские прямоугольного сечения; б — плоские со скошенными сторонами; в — призматические.

должны регулироваться с излишне большими зазорами для мест направляющих, на которых происходит наиболее частая работа, а отсюда вытекает неравномерность работы боковых направляющих вследствие неизбежных перекосов супорта.

2. Склонность к большому повреждению поверхности стружкой и другими загрязняющими веществами.

Достоинствами этих направляющих являются:

- 1) легкость обработки и пригонки;
- 2) хорошее удерживание смазки, а отсюда и меньший расход смазки;
- 3) большая рабочая поверхность, а следовательно, меньшее удельное давление и износ.

В целях устранения недостатков плоских направляющих появляются призматические направляющие, например, токарно-винторезного станка Ижевского завода марки «Удмурт» (фиг. 22,а). У станка «Удмурт» сделаны отдельные направляющие для плота супорта и задней бабки. В процессе эксплуатации выяснилось, что для надежного направления в горизонтальной плоскости достаточно одной призмы, поэтому появились комбинированные направляющие типа токарного станка ДИП (фиг. 22,б).

К недостаткам призматических направляющих следует отнести:

- 1) большую сложность обработки и особенно ремонта;

2) плохое удержание смазки и большой расход смазочного материала;

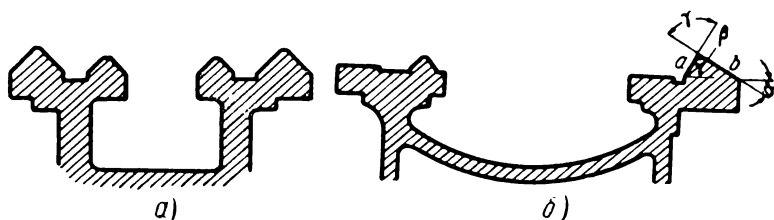
3) трудность получения параллельности между двумя призматическими направляющими;

4) неравномерное давление на грани, особенно при обработке деталей больших диаметров.

У направляющих комбинированного типа эти недостатки соответственно уменьшаются.

Достоинства призматических и комбинированных направляющих следующие:

- 1) отсутствие регулирующих клиньев;
- 2) лучшая прирабатываемость плоскостей;



Фиг. 22. Направляющие токарного станка:
а — «Удмурт»; б — ДИП.

3) саморегулирование при износе;

4) меньшее смещение супорта в горизонтальной плоскости при износе направляющих;

5) меньшая способность к повреждению стружкой.

Расположение призматической направляющей для задней бабки станкостроительные заводы делают по-разному: одни помещают ее впереди, другие — наоборот. С точки зрения эксплуатации помещения призма с задней стороны станины лучше, так как при таком расположении она подвергается меньшим опасностям быть забитой.

Для устранения неравномерности давления на грани призм прибегают к применению у призм разных углов наклона граней, причем разные заводы применяют различные углы.

Например, в токарном станке ДИП-300 завода «Красный пролетарий» (см. фиг. 22, б) $\alpha = 25^\circ$, $\beta = 65^\circ$, $\gamma = 90^\circ$. У токарного станка завода имени ЦК Машиностроения: $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$, $\gamma = 90^\circ$.

Крупные станки для тяжелых работ предпочитают делать с плоскими прямоугольными направляющими, причем задняя бабка обычно располагается на тех же направляющих, что и супорт.

Материалом для станин служит обычно чугун, так как чугунные направляющие даже при слабой смазке хорошо работают. Кроме того, чугунные литые станины имеют способность поглощать вибрации.

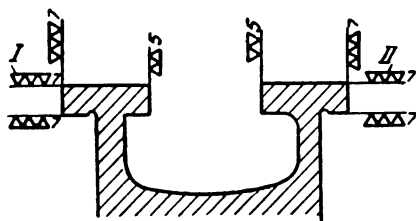
ЭНИМС широко практикует применение сварных станин для це-

лого ряда специализированных станков, например, агрегатных. Сварные станины работают удовлетворительно.

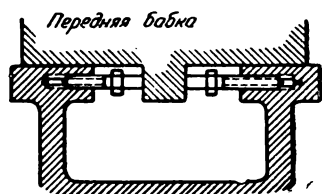
Поверхность направляющих должна быть гладкой, т. е. шлифованной или шаброванной и с твердостью $H_B = 170 \div 241$ (для чугуна). С повышением твердости уменьшается износ направляющих и их склонность к задирам.

Уменьшения износа направляющих станков станкостроительные заводы добиваются подбором специальных шихт с присадкой стали и никеля, а также отливкой чугуновых станин с отбелкой поверхности на направляющих. Все эти способы повышения износоустойчивости направляющих широкого распространения не получили.

Более широко распространен метод поверхностной закалки направляющих, отлитых из обычного серого чугуна. Поверхностная



Фиг. 23. Направляющие револьверного станка.



Фиг. 24. Регулировка крепления передней бабки.

закалка производится кислородно-ацетиленовым пламенем или токами высокой частоты. Благодаря поверхностной закалке твердость направляющих повышается до $450\text{--}600 H_B$.

Направляющие с такой поверхностью и при соответствующем уходе почти не изнашиваются. Глубина закаленного слоя колеблется от 2,5 до 5 мм.

За последнее время практикуется упрочнение поверхности направляющих методом электроискровой обработки.

Недостатками поверхностной закалки являются возможность последующего коробления направляющих вследствие внутренних напряжений, вызванных закалкой, а также трудность ремонта в случае износа.

При ремонте чугуновых направляющих следует иметь в виду, что наиболее плотный и качественный слой металла находится у поверхности, а поэтому строгать направляющие следует лишь в крайнем случае и снимать минимальный слой. В практике были случаи, когда строганием обнажали настолько рыхлый слой металла, что фактически направляющие оказывались совершенно негодными для работы.

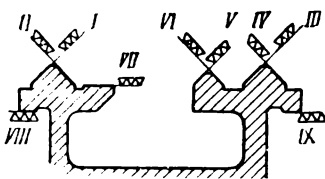
В заключение приводятся некоторые наиболее часто встречающиеся конструкции направляющих.

Направляющие револьверного станка типа, показанного на фиг. 23, отличаются простотой своей конструкции. Шабровка и выверка этих направляющих при ремонте не представляет затруднений.

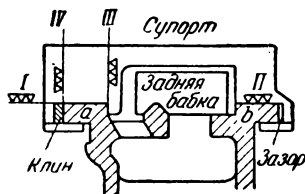
На этих направляющих располагаются: передняя бабка (коробка скоростей), отрезной супорт и супорт револьверной головки. Передняя бабка устанавливается на плоскости *I* и *II* и крепится к ним болтами таким образом, чтобы до закрепления болтов бабку можно немного перемещать по опорным плоскостям в ту или другую сторону. Это значительно облегчает при подгонке направляющих контроль за расположением оси шпинделя в горизонтальной плоскости.

Для фиксации перемещения передняя бабка имеет внизу выступы для упора регулировочных болтов, располагающихся спереди и сзади бабки (фиг. 24). При помощи этих болтов производится выверка оси шпинделя в горизонтальной плоскости.

Направляющие револьверного станка с горизонтальной осью головки показаны на фиг. 25. Плоскости *I*, *II*, *III*, *IV* служат для на-



Фиг. 25. Призматические направляющие револьверного станка.



Фиг. 26. Направляющие для супорта и задней бабки.

правления револьверного супорта, а плоскости *V*, *VI* и *VII* для передней бабки. Плоскости *VIII* и *IX* служат для направления прижимных планок револьверного супорта. В отличие от предыдущего случая здесь передняя бабка (коробка скоростей) не может перемещаться в горизонтальной плоскости, она, наоборот, в этом направлении очень хорошо фиксируется призматическими плоскостями *V* и *VI*, поэтому к данной конструкции предъявляются жесткие требования о сохранении направления всех направляющих параллельными оси шпинделя.

В направляющих токарного станка типа, показанного на фиг. 26, для направления супорта применены плоские направляющие, а для направления задней бабки применены направляющие комбинированного типа.

Этот станок имеет так называемые узкие направляющие. Это означает, что в горизонтальной плоскости супорт направляется вертикальными поверхностями только одной передней направляющей *a*. Вертикальные поверхности второй направляющей *б* могут быть только чисто обработаны и никакой пригонки не требуют. Поверхности *I*, *II*, *III* и *IV* служат для направления супорта.

Эта конструкция имеет следующие достоинства.

1. Благодаря тому, что точка приложения тяговой силы супорта

(реечная шестерня или гайка ходового винта) лежит очень близко от оси симметрии поверхностей супорта, направляющих его по постели, защемляющий момент очень мал, и супорт ходит плавно и легко даже при наличии иногда значительных зазоров между направляющими. Поэтому в последнее время почти все заводы в крупных тяжелых станках применяют узкие направляющие.

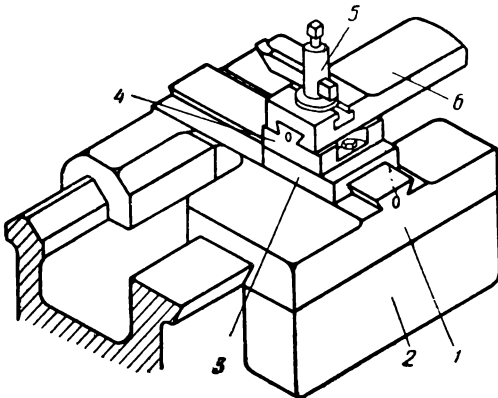
2. При узких направляющих значительно упрощается контроль шабровки и сама шабровка, потому что точно параллельно надо пригонять вертикальные плоскости только передней направляющей, а это значительно проще, чем пригонять переднюю вертикальную поверхность первой направляющей параллельно задней вертикальной поверхности второй направляющей, как это пришлось бы делать при широких направляющих. Трудность контроля шабровки при широких направляющих заключается в значительном расстоянии друг от друга проверяемых поверхностей.

Станки с тремя и большим числом направляющих принадлежат к крупным и очень крупным станкам. Задняя бабка у них имеет большой вес и большие габариты. Передвижение таких бабок вручную затруднительно, а поэтому они обычно снабжаются приспособлениями, облегчающими передвижение, а часто и особыми электродвигателями.

3. СУПОРТЫ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

Супорт универсального токарного станка состоит из следующих основных частей (фиг. 27): плота супорта 1 (продольные салазки),

поперечных салазок супорта 3, поворотных салазок 4, верхних салазок 6, фартука 2 и резцедержателя 5.



Фиг. 27. Супорт универсального токарного станка.

Супорт токарного станка осуществляет движение продольной подачи резца и дает возможность установить резец на необходимой высоте и в надлежащем рабочем положении относительно обрабатываемой детали.

Как правило, токарный резец зажимают спереди, на стороне, обращенной к рабочему так, что режущая кромка резца обращена вверх. Усилие резания в этом случае действует на супорт вниз, и супорт работает плавно и без заклинивания, так как направляющие его отдельных частей прижимаются друг к другу.

На шпиндель же станка усилие резания действует вверх, прижимая шпиндель к верхней части подшипника, и по мере увеличения износа в подшипнике появляется зазор вниз. Усилие резания в процессе снятия стружки меняется по величине. Так как силы веса детали и шпинделя все время направлены вниз, то бывают моменты, когда силы, действующие на шпиндель вверх, становятся меньше сил, действующих вниз. По этой причине, при наличии зазора в подшипнике, шпиндель вибрирует, и поверхность обработки не получается чистой.

При обратном вращении шпинделя и при установке реза режущей кромкой вниз (на заднем, отрезном супорте) станок снова работает спокойно и чисто, так как в данном случае усилие резания и собственный вес шпинделя и заготовки направлены в одну сторону. Казалось бы, что для спокойной и чистой работы станка более выгодно работать резцом с режущей кромкой, направленной вниз.

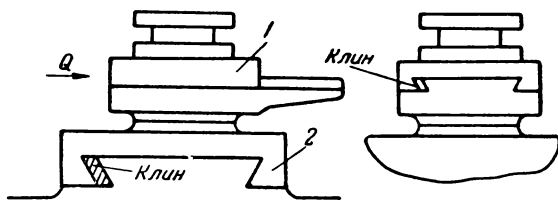
Однако при таком направлении вращения обрабатываемой детали работающему трудно наблюдать во время работы за резцом, и, кроме того, части супорта будут работать на отрыв, создавая неблагоприятные условия для работы супорта. Поэтому огромное большинство токарных станков нормально работают с резцами, режущая кромка которых направлена вверх.

Конструкция супортов во многом зависит от назначения станка: предназначен ли он для тяжелых обдирочных работ или же, наоборот, для отделочных точных операций. Большинство заводов для универсальных токарных станков средних размеров строит супорт аналогично изображенному на фиг. 27, у которого салазки 6 резцедержателя устанавливаются непосредственно на поворотном супорте. У тяжелых же и обдирочных станков, как правило, резцедержатель

(фиг. 28) устанавливается на особых дополнительных салазках 1 на верхнем супорте. Делается это потому, что у обдирочных станков поперечные салазки 2 слишком массивны и тяжелы для перемещения вручную при установке реза на стружку, поэтому их движение заменяют движением салазок 1. Общий вид супорта крупного станка показан на фиг. 29.

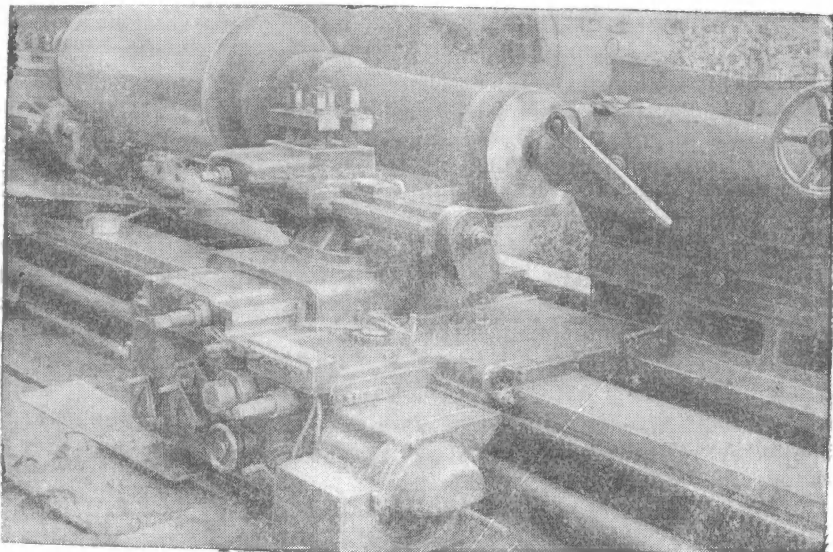
Клинья, которые служат для устранения смещения направляющих, располагают так, чтобы давление было направлено на неподвижные поверхности направляющих, а не на поверхность движущегося клина или на его винты.

Считают, что при такой установке клиньев супорт будет рабо-



Фиг. 28. Супорт тяжелых станков.

тать более плавно и без вибраций. Однако на некоторых станках ставят клинья, наоборот, со стороны давления, и супорты также работают хорошо. Очевидно, дело больше зависит не столько от того, с какой стороны поставлен клин, сколько от того, как хорошо он пригнан. Для эксплуатации и ремонта клин лучше ставить со стороны давления. При таком расположении изнашивается больше сам клин и его направляющая, противоположная же направляющая изнашивается значительно меньше.



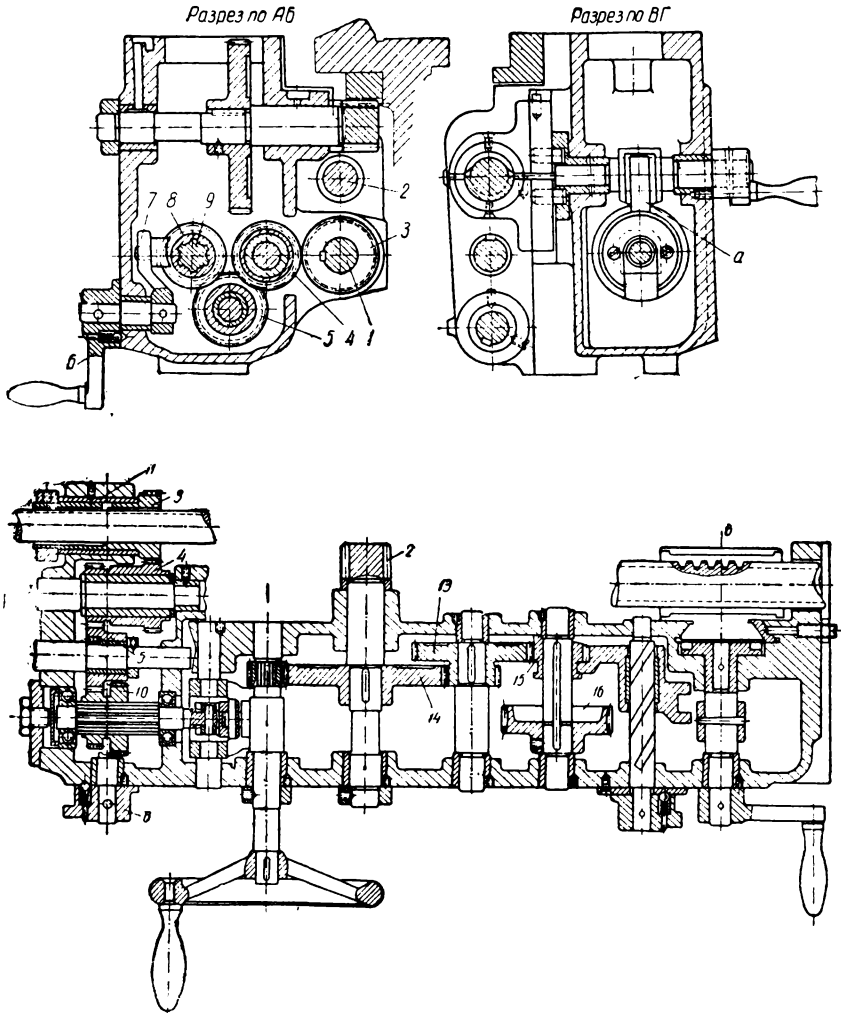
Фиг. 29. Общий вид супорта тяжелых станков.

Износ клина и его направляющей компенсируется подтягиванием клина без смещения салазок в сторону изношенных направляющих. При обратном расположении клина при износе направляющей ось салазок, а вместе с ней и ось ходовой гайки смещаются в сторону, что создает ненормальную работу винта и гайки, и они быстро изнашиваются.

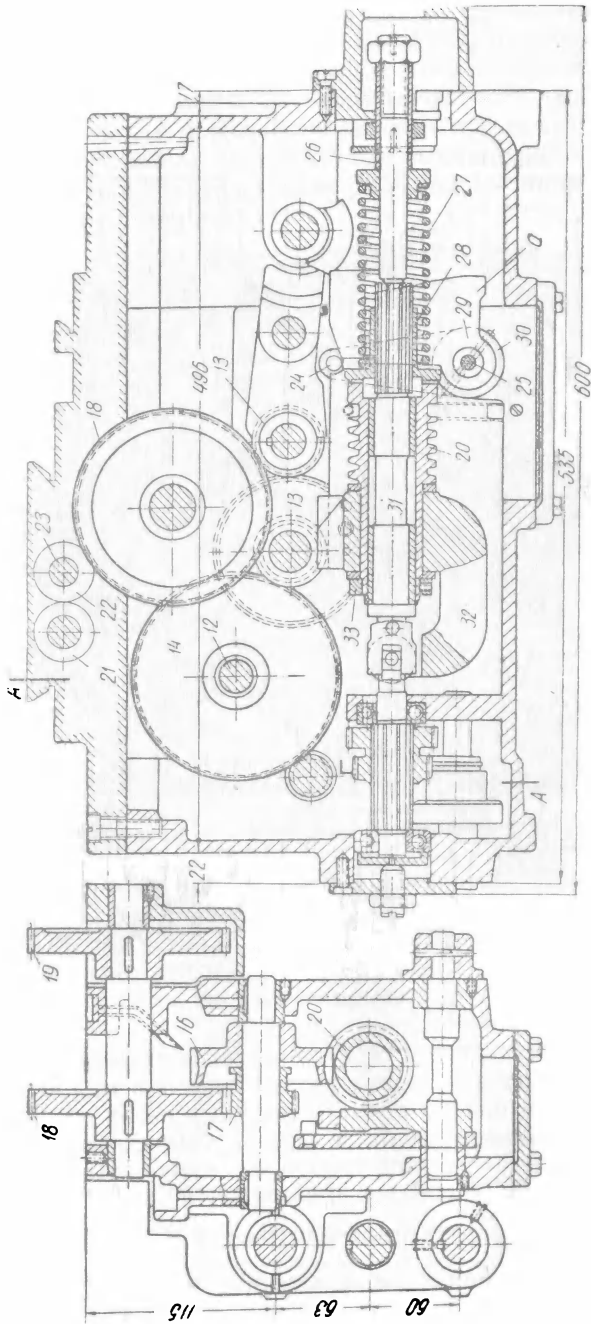
Направляющие салазок супорта у большинства универсальных токарных станков среднего размера делают в виде ласточкина хвоста, супорты же более тяжелых станков предпочитают делать с плоскими прямоугольными или же с комбинированными направляющими, т. е. одну направляющую делают прямоугольной и другую в виде ласточкина хвоста.

4. ФАРТУКИ СУПОРТОВ

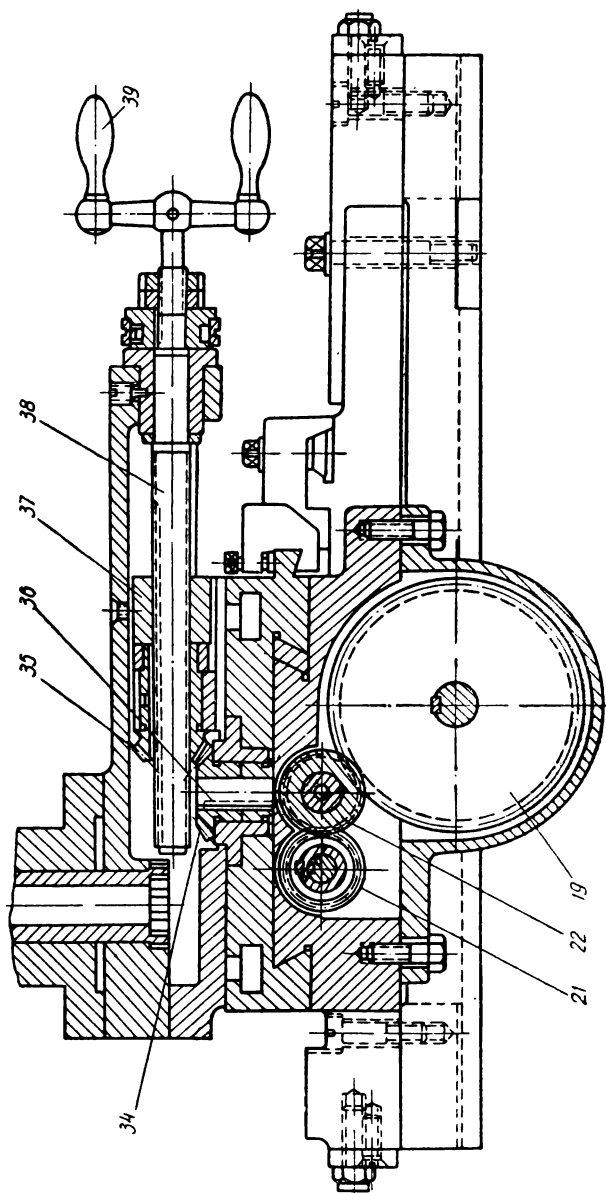
Типичным фартуком универсальных токарных станков среднего размера можно считать фартуки станков ДИП-200 и ДИП-300. Фар-



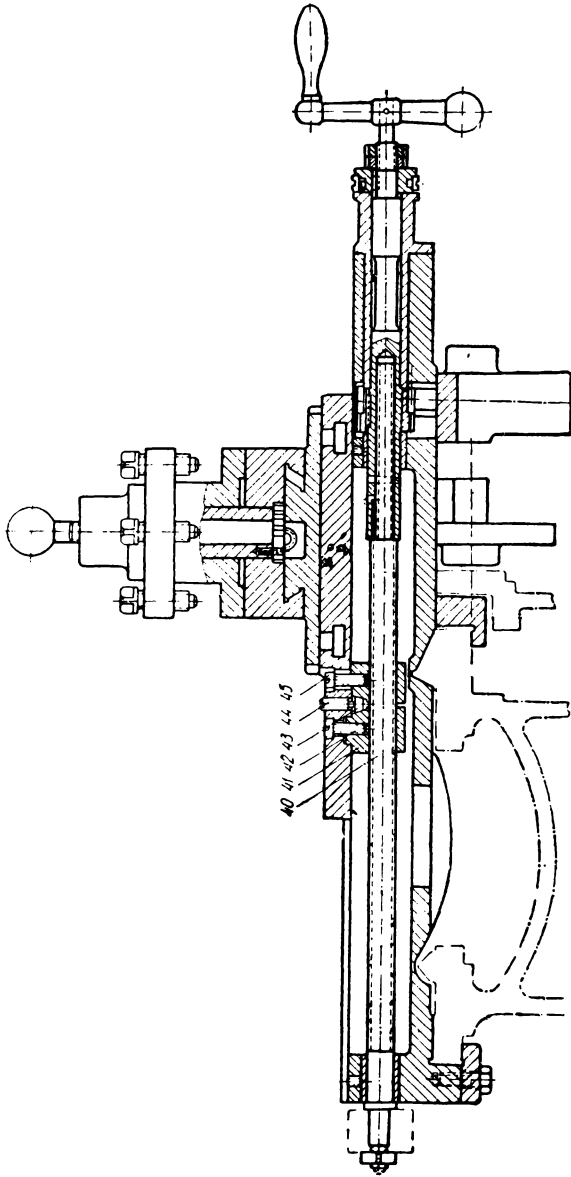
Фиг. 30, а. Общий вид фартука токарного станка ДИП-200.



Фиг. 30, б. Общий вид фарука токарного станка ДИП-200.



Фиг. 30, в. Разрез поперечных салазок супорта станка ДИП-200.



Фиг. 30, г. Разрез поперечных салазок супорга станка ДИП-200.

тук (фиг. 30) этого станка получает движение от ходового валика 1 или от ходового винта 2. На ходовом валике помещена шестерня 3, сидящая своим удлиненным хвостом в подшипнике кронштейна фартука таким образом, что она может свободно вращаться, но не может смещаться по оси. Эта шестерня связана с ходовым валиком скользящей шпонкой 11 и двигается вместе с фартуком. От шестерни 3 вращение передается двойной шестерне 4, которая может сцепляться со второй двойчаткой 8 и 10. Сцепление происходит либо непосредственно с шестерней 10, либо через паразитную шестерню 5 с шестерней 8. Таким образом, данный механизм является трензелем. Переключение шестеренного блока 8 и 10 производится рукояткой 6 и вилкой 7. Шестеренный блок 8 и 10 передает вращение валику 9, который шарнирно связан с валом падающего червяка 20 (фиг. 30, б). Сам червяк сидит на валу вхолостую на втулках и закреплен от осевого смещения затяжным кольцом 33.

Вращение червяк получает через специальную муфту 28, сидящую на шлицах валика 31. От червячной шестерни 16 вращение передается через колеса 13, 14, 17 на реечную шестерню 12 и рейку (фиг. 30, а).

При включении шестерен 15, 17 и 18 вращение через шестерню 19 передается шестерне 22, сидящей на валике 23. Шестерня 22 сидит на валике вхолостую, имеет двойную длину зуба и благодаря этому сцепляется одновременно и с шестерней 21, сидящей на шпонке на ходовом винте поперечной подачи. Таким образом, шестерня 22 при включенной поперечной подаче является паразитной. Шестерня 22 имеет удлиненный хвост, на котором сделан паз для сухаря вилки осевого перемещения шестерни и на торце — кулачки, которые могут сцепляться с кулачками муфты, сидящей на валике 23. С помощью муфты шестерня 22 может вращать валик 23. При движении шестерни 22 по оси она выходит из зацепления с шестерней 21 и сцепляется с муфтой, а следовательно, и с валиком 23.

Через шестерни 21, 22 вращение передается на винт нижних салазок супорта, а через шестерню 22 вращение передается на валик 23, а от него при помощи конической шестерни вращение передается валику 36 (фиг. 30, в) и коническим шестерням 34, 35. Шестерня 35 вращается в подшипнике, укрепленном на поворотной части верхних салазок, дальше через скользящую шпонку и шпоночный паз вращение передается ходовому винту 38 верхних салазок, который проходит через гайку 37, укрепленную также на поворотной части верхних салазок. Таким образом осуществляется автоматическая подача верхних салазок.

При ручной подаче рукояткой 39 конические шестерни и валик вращаются вхолостую, так как муфта должна быть выключена.

Поперечная автоматическая подача производится с помощью ходового винта 40 (фиг. 30, г) и гайки 41. Гайка здесь двойная. Основная гайка крепится с помощью хвоста, входящего в гнездо, выточенное в корпусе поперечных салазок, и затягивается винтом 42. Гайка

сидит в гнезде неподвижно. Вторая гайка служит для ликвидации люфта в резьбах гайки и винта.

При помощи шурупа 43 и клина 44 можно при ослабленном винте 45 сделать натяг гайки на резьбе ходового винта и затем закрепить ее при помощи винта 45.

При износе направляющих ось гайки не совпадает с осью винта и начинается быстрый износ винта и гайки. Компенсировать износ здесь очень просто за счет смещения хвоста у гайки. У данного станка винт поперечного самохода составной, что очень облегчает изготовление его в случае замены новым.

5. ПАДАЮЩИЕ ЧЕРВЯКИ

Падающие червяки устанавливаются для работы по упорам, а также как предохранение от перегрузки механизма. Конструкция падающего червяка станка ДИП видна на фиг. 30,б. При усилии на червяке, превосходящем силу пружины 27, червяк останавливается, и муфта 28 начинает скользить по торцу червяка, одновременно отодвигаясь вправо. При движении вправо муфта поворачивает рычаг 24 вокруг оси 25, при этом опорная плоскость рычага 29, на которой лежит удлиненный хвост корпуса червяка, спускается вниз и червяк пальцем 24 рычага 30, сидящего на той же оси 25, выводится из зацепления. Рычаг 29 в своем крайнем положении подошвой опирается на дно коробки и останавливается. В этом положении конец хвоста корпуса червяка остается на опорной плоскости рычага 29, а поэтому при вращении его в обратную сторону рукояткой, укрепленной на оси 25, червяк снова входит в рабочее зацепление с червячной шестерней.

Из сказанного видно, что натягом пружины можно значительно изменить тяговую силу червяка, что регулировка натяга пружины фактически находится в руках слесаря-ремонтника, который не всегда правильно решает этот вопрос.

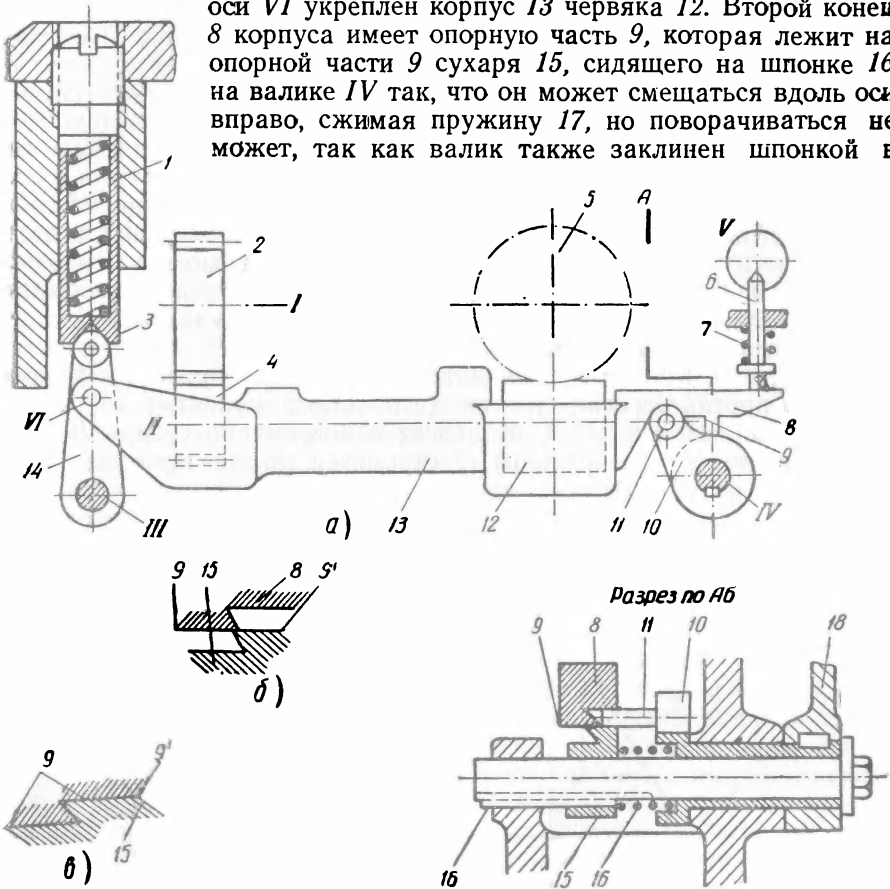
Рабочий-станочник, желая взять стружку выше допустимой, не может этого сделать и часто жалуется, что станок «не везет». Слесарь-ремонтник, не устанавливая обоснованность требований станочника, подтягивает пружину и, наконец, доводит натяг пружины до таких пределов, что зазора между витками пружины оказывается недостаточно для того, чтобы муфта 28 могла вывести червяк из зацепления, т. е. червяк оказывается жестко замкнут с муфтой.

В таком положении работать по упорам нельзя, так как при наезде супорта на какое-либо препятствие авария станка неизбежна. Чтобы избежать подобных случаев, нужно длину нажимной втулки 26 делать такой, чтобы гарантировать пружину от натягов до опасных пределов.

Описанный выше червяк выключается как при прямом, так и обратном вращении червяка (безразлично).

Второй тип конструкции падающих червяков представлен на фиг. 31, а. От ходового валика вращение передается по цепи: шес-

терня 2, 4 — червяк 12 — червячное колесо 5 и т. д. В рабочем положении червяк 12 удерживается натягом пружины 1, которая через плунжер 3, имеющий на торце призматический вырез, удерживает рычаг 14 в определенном положении. На рычаге 14 шарнирно на оси VI укреплен корпус 13 червяка 12. Второй конец 8 корпуса имеет опорную часть 9, которая лежит на опорной части 9 сухаря 15, сидящего на шпонке 16 на валике IV так, что он может смещаться вдоль оси вправо, сжимая пружину 17, но поворачиваться не может, так как валик также заклинен шпонкой в



Фиг. 31. Схема работы падающего червяка токарного станка.

кронштейне фартука. Конец 8 корпуса прижимается вниз штифтом 6 при помощи пружины 7. Второй конец штифта 6 входит в отверстие валика V, который является осью вращения замка маточной гайки. Таким образом, при включенном червяке маточная гайка находится в разомкнутом положении и не может замкнуться; это и является блокировкой в данной конструкции.

При работе по упору супорт, упершись в упор, остановится, остановится и червячное колесо, червяк же валика вынужден вращаться, так как ходовой валик 2 вращается. Вращаясь, червяк должен вин-

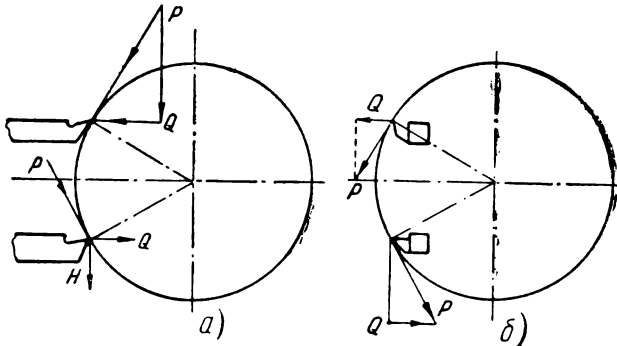
чиваться (или вывинчиваться) по неподвижному червячному колесу, как по гайке, следовательно, он потянет в сторону, преодолевая натяг пружины *1*, рычаг *14* и весь корпус *13* червяка *12* сдвигается в сторону, хвост *9* соскочит с опоры и под действием пружины *7* и штифта *6* червяк *12* будет выведен из зацепления. Опускаясь вниз, конец *8* корпуса надавит на палец *11* рычага *10* и потянет его рукоятку *18* также вниз.

Перед соскакиванием с опорной поверхности конец *8* корпуса находится по отношению к опорной поверхности сухаря *15* в положении, показанном на фиг. 31,б. После соскакивания с опоры и выхода червяка из зацепления пружина *1* заставит рычаг *14* стать в свое среднее положение, и опорные поверхности конца *8* и сухаря *15* займут новое положение (фиг. 31,в). При выключенном червяке штифт *6* выходит из гнезда валика *V*, и маточная гайка может свободно включаться. Следующее включение червяка окажется возможным только тогда, когда гнездо валика *V* станет против штифта *6*, т. е. тогда, когда маточная гайка будет выключена.

Включение червяка производится следующим образом. Вращая рычаг *10* против часовой стрелки (с помощью рукоятки *18*) пальцем *11* поднимаем хвост *8*, отодвигая одновременно сухарь *15*, который под действием пружины *17* стремится занять прежнее положение (см. фиг. 31,б).

6. РЕЗЦЕДЕРЖАТЕЛИ

Резцедержатель служит для установки резца как по высоте, так и в горизонтальной плоскости. Установка резца по высоте имеет очень важное значение.



Фиг. 32. Направление усилий, вызывающих подхват резца:
а — при точении; б — при расточке.

При обточке резец целесообразно ставить так, чтобы режущая кромка его была немного выше линии центров станка и ни в коем случае не ниже. При расточке, наоборот, нужно резец ставить ниже линии центров. Лишь в крайнем случае как при обточке, так и при расточке допускается ставить резец точно по центру, в противном

случае резец может врезаться в тело обрабатываемой детали или, как говорят, — подхватить. Явление подхвата объясняется следующим. При расположении резца выше центра, в случае обточки, усилие резания P (фиг. 32,а), которое всегда перпендикулярно радиусу, проведенному из центра обрабатываемой детали к точке верхней режущей кромки резца, может быть разложено на силу H , изгибающую резец, и силу Q , отталкивающую резец. При расположении резца ниже центра, наоборот, сила Q втягивает резец в деталь.

В сочленениях механизмов супорта всегда имеются зазоры, которые увеличиваются с износом супорта или при плохой регулировке узлов супорта. Эти зазоры при подводе резца к детали вращением винта поперечной подачи выбираются с одной стороны и группируются в общий люфт, расположенный в стороне, противоположной детали. При втягивании резца силой Q в деталь резец за счет имеющихся люфтов двигается вперед и врезается в деталь, что вызывает значительное увеличение силы Q , так как сечение стружки быстро увеличивается. Врезание увеличивается также за счет опрокидывания супорта в сторону детали. При этом выбираются все неплотности в клиньях, нажимных планках и, кроме того, все узлы супорта вследствие чрезмерных усилий деформируются, за счет чего также увеличивается врезание. Это вызывает поломку резца или станка. Процесс врезания происходит обычно очень быстро.

Особенно опасен подхват при резцах с напайными пластинками. Часто в момент подхвата пластинку срывает, и резец теряет режущие свойства, вследствие чего станок ломается.

При расточке получается аналогичное явление (фиг. 32,б) с той только разницей, что резец подхватывает не в направлении от рабочего, как было при обточке, а в обратном направлении. Когда резец установлен точно по линии центров, то сила Q равна нулю, и, следовательно, не может быть ни отталкивания, ни подхватывания резца.

Резцедержатели бывают разных типов. Наиболее простой тип — это так называемый солдатик со сферической подкладкой. Крепление резца солдатиком со сферической подкладкой очень просто и удобно. За счет поворачивания сферической подкладки можно в известных пределах регулировать углы резания и установку по высоте. Зажим осуществляется с помощью одного болта.

Недостаток крепления солдатиком заключается в том, что все усилия передаются на один болт, а поэтому он должен быть затянут очень прочно. Рабочий обыкновенно с излишней силой затягивает болт, поэтому резьба быстро изнашивается, растягивается, болт обрывается. В самом солдатике резьба также быстро изнашивается. Ремонт солдатика в основном заключается в замене оборванных болтов, а при износе — в замене болтов на больший размер и нарезке резьбы на солдатике. Если позволяет тело солдатика, лучше всего вместо перехода на больший размер болта впрессовывать втулку с нарезкой и с невысоким, но широким буртиком.

Болты резцедержателей делаются из стали марок Ст. 3 и 12ХНЗА

с последующей цементацией на глубину 0,6—0,8 мм и закалкой т. в. ч. до $R_C = 50 \div 60$. Стойкость таких болтов увеличивается в 10—15 раз по сравнению с сырыми, изготовленными из стали марки 45. Резцедержатели изготавливаются из улучшенной стали марки 45 с $H_B = 220 \div 260$.

Для тяжелых станков крепление резцов солдатиками с одним болтом ненадежно, поэтому здесь применяются другие типы резцедержателей.

Очень распространен на средних и тяжелых станках резцедержатель, изображенный на фиг. 29.

Резец кладется на рифленные и каленые опоры и прижимается двумя планками с помощью четырех болтов. Чтобы планки не затрудняли установку резца, они держатся в поднятом положении четырьмя пружинами. Ремонт этих резцедержателей очень прост: он сводится к замене крепежных болтов и к перенасечке или замене рифленных опорных планок. Установка резца по высоте в подобных резцедержателях производится за счет подкладок под резец.

Наибольшее распространение у токарных станков получили четырехгранные поворотные резцедержатели, позволяющие укреплять одновременно четыре различных резца для четырех различных последовательных операций обработки.

Основные требования к поворотным резцедержателям: а) надежное крепление резца; б) точная фиксация головки в любом из четырех положений; в) возможность при помощи одной рукоятки освободить головку от фиксатора, поворачивать, снова фиксировать и зажимать.

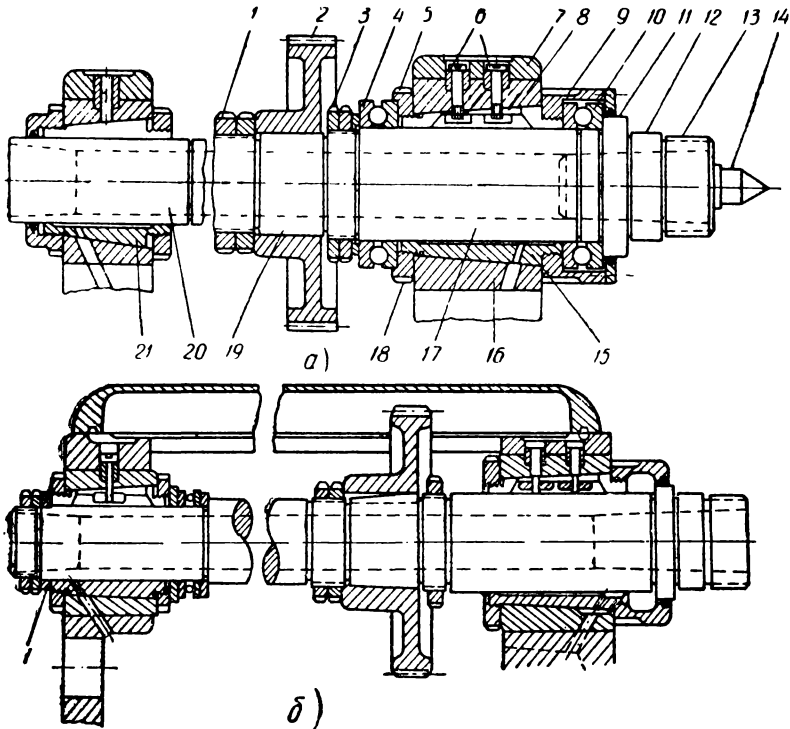
При ремонте станков поворотные резцедержатели создают значительные трудности вследствие большой трудоемкости работ и разнообразия конструкций и габаритов. Приходится держать в запасе большое количество стальных кубиков разных размеров для головок резцедержателей.

Поэтому целесообразно все разнообразие резцедержателей, имеющих на заводе, свести к нескольким типам по конструкции и по габаритам, т. е. провести их нормализацию. Для этого нужно провести обследование имеющихся на заводе типов резцедержателей, заснять их основные размеры и изготовить эскизы на посадочные места головок на салазках резцедержателя, а также на способы крепления головок. Затем выбрать несколько лучших конструкций резцедержателей для разных типов станков, показавших хорошие качества в эксплуатации, улучшить их конструкцию на основе полученного опыта, выбрать их габариты и сделать рабочие чертежи нормализованных резцедержателей. В тех случаях, когда на тех или иных станках посадочные места не подходят для непосредственной постановки нормальных резцедержателей, необходимо предусмотреть в чертежах переходные крепления, или же делать примечания у некоторых размеров о том, что окончательную обработку производить по месту.

Это дает возможность иметь на складе готовые резцедержатели или их наиболее трудоемкие узлы и детали, и во время ремонта станка не заниматься ремонтом резцедержателей, а заменять их новыми. Старые резцедержатели ремонтировать и сдавать на склад.

7. ШПИНДЕЛИ И ИХ ПОДШИПНИКИ

Шпиндели. Рабочий шпиндель станков — одна из наиболее ответственных деталей. Он должен центрировать заготовку или инструмент, закреплять и так точно вращать, чтобы при обработке получилась правильная геометрическая форма цилиндра, конуса, плоскости



Фиг. 33. Шпиндель токарного станка ДИП-300:

а — с упором на передний подшипник; *б* — с упором на задний подшипник.

или криволинейной поверхности, с отклонениями для токарных станков до 0,01 мм, фрезерных — до 0,02 мм и для шлифовальных до 0,005 мм.

Такая большая точность обрабатываемой поверхности предъявляет особые требования к точности изготовления шпинделей и к их способности без вибраций и заметных деформаций воспринимать усилия, возникающие в процессе резания.

Шпиндель станка ДИП-300 (фиг. 33,а) представляет собой пустотельный вал. На переднем конце внутреннее отверстие расточено на конус, в который вставляется центр 14, центрирующий заготовку. Выступающая из корпуса передней бабки наружная поверхность конца шпинделя разделена на три части: нарезанную часть 13, цилиндрическую 12 и буртик 11, служащие для крепления патрона.

Шейками 17 и 20 шпиндель лежит в подшипниках 15 и 21. Для предотвращения возможности осевого перемещения шпинделя с обеих сторон корпуса 7 подшипника подставлены упорные шарикоподшипники 4 и 10, поджимаемые упорными кольцами 3. Шестерня 2 посажена на конус 19 и шпонку и зажимается при помощи упорных колец 1. Задняя шейка 20 может свободно двигаться вдоль оси в своем подшипнике. Сделано это потому, что шпиндель во время работы вследствие трения нагревается и удлиняется. Если ему не дать возможности беспрепятственно удлиняться, то он может получить продольный изгиб или распереть стенки коробки и перегрузить упорные шарикоподшипники.

Центрирующий поясok 12 должен быть параллелен, а торцы буртика 11 строго перпендикулярны к оси шпинделя, так как их неточность вместе с неточностью упорных шарикоподшипников вызывает биение оси шпинделя.

Шестерня 2 имеет посадку на конус потому, что только конус обеспечивает посадку (свободную) без зазора, которая уменьшает возможность вибрации шпинделя.

Второй вариант конструкции шпинделя (фиг. 33,б) отличается от первого тем, что упорные подшипники перенесены на заднюю опору и один шарикоподшипник заменен упорной шайбой.

Недостаток первой конструкции заключается в сравнительной сложности, необходимости применять шарикоподшипники больших диаметров (передняя шейка имеет значительно больший диаметр, чем задняя) и большом вылете конца шпинделя, чем уменьшается жесткость.

Вторая конструкция значительно проще и вылет шпинделя меньше, однако он имеет большой недостаток, заключающийся в том, что при работе в центрах и при нагреве детали и шпинделя последний расширяется в сторону детали и может получить продольный изгиб, а более слабый упорный шарикоподшипник легко перегружается и быстро выходит из строя.

Как уже сказано, посадка на конус уменьшает возможность появления вибраций, поэтому некоторые заводы заменяют цилиндрический поясok для посадки патрона посадкой на конус. Размеры конусов для центра во всех странах нормализованы. Выбор материала для шпинделей зависит от многих причин: величины шпинделя, скорости вращения шеек, нагрузки на подшипники, от вида подшипников (подшипники скольжения или качения), при подшипниках скольжения — от их материала (бронза, баббит, чугун) и т. п.

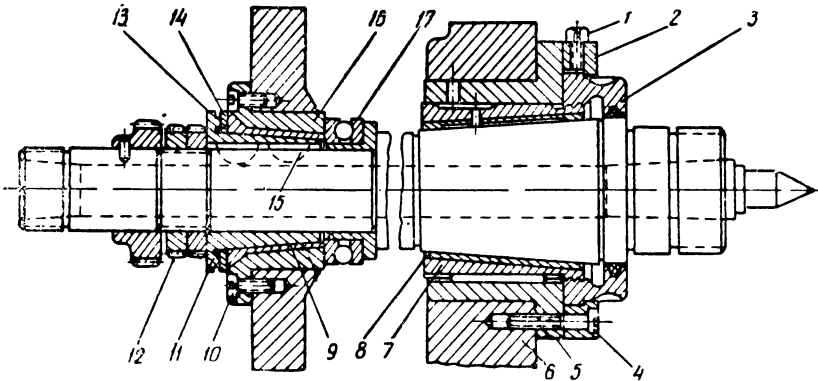
Тихоходные шпиндели крупных станков, когда конструкция стан-

ка позволяет сделать их достаточно массивными (карусельные, лобовые, расточные и т. п.), часто изготавливаются из мелкозернистого чугуна или из ковanej углеродистой стали. Шпиндели же, тяжело нагруженные или же вращающиеся в подшипниках скольжения с большим числом оборотов, требуют прочной стали и очень твердых шеек. Прочность достигается применением легированных сталей, а твердость — цементацией и закалкой или же азотированием.

Массивные полые шпиндели при цементации и закалке сильно деформируются, а потому часто от закалки их отказываются, ограничиваясь улучшением. Шейки шпинделей, работающих в подшипниках качения или в подшипниках, залитых баббитом, не требуют твердой поверхности и, следовательно, не требуют закалки.

Как правило, шейки шпинделей, работающих в подшипниках из заменителей бронз, должны иметь твердость не менее 45—50 R_c .

Материалы, применяемые для изготовления шпинделей, приведены в табл. 25.



Фиг. 34. Подшипники шпинделя токарного станка 162К.

Износоустойчивость шеек повышается не только с твердостью, но и с повышением чистоты поверхности их, а поэтому шейки следует шлифовать, а потом полировать или притирать до зеркального блеска.

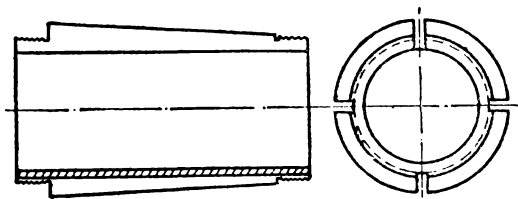
Подшипники шпинделя. В станках для шпинделей применяются как подшипники скольжения, так и подшипники качения (шариковые и роликовые). За последнее время подшипники качения все более и более вытесняют подшипники скольжения. Подшипники скольжения имеют тот недостаток, что они требуют регулировки между поверхностями шейки и подшипника в зависимости от числа оборотов и нагрузки. Кроме того, к. п. д. подшипников скольжения значительно ниже, чем к. п. д. подшипников качения. Однако они имеют и большее преимущество по сравнению с подшипниками качения в том, что их можно изготовить с любой степенью точности и качества поверхности путем притирки, алмазной расточки, хонингования и

т. п. Главным же достоинством подшипников скольжения является их способность поглощать колебания вращения, т. е. способность работать без вибраций. Поэтому для точных, хотя и быстроходных (800—3000 об/мин.) станков с небольшими (сравнительно) колебаниями чисел оборотов предпочитают подшипники скольжения. Примером этому могут служить подшипники в станках для алмазной расточки, шлифовальные и т. п.

Преимуществом подшипников качения является практическое отсутствие зазора при минимальном масляном слое и отсутствие необходимости дополнительной регулировки зазора при различных числах оборотов и при сильно колеблющейся нагрузке.

Типичными представителями подшипников скольжения универсальных токарных станков могут служить подшипники станков ДИП-300 (фиг. 33). Вкладыш подшипника ДИП-300 представляет собой бронзовую втулку (фиг. 35) с наружным конусом, вдоль оси которой сделано четыре прорези, причем одна сквозная, а по концам — участки с нарезкой. Прорези сделаны для придания втулке большой упругости при сжатии ее по окружности и для лучшего прилегания по окружности шейки.

При износе подшипника или при необходимости уменьшить или увеличить зазор подшипник регулируется следующим образом (фиг. 33,а). Ослабляются упорные кольца 3 и крышка (каппа) 9, винты 6 вывинчиваются на один оборот и по ним наносится легкий удар, чтобы клин 8 осадить книзу. Теперь, подтягивая упорное кольцо 3,



Фиг. 35. Разрезная втулка подшипника.

можно сдвинуть втулку влево. Вдвигаясь в конус стальной гильзы 16, запрессованной в корпус бабки, втулка уменьшает диаметр, а следовательно, и зазор.

Отрегулировав требуемый зазор, нужно снова зажать крышку 9, а затем кольца 3 и винты 6. Подтя-

гивать втулку нужно лишь настолько, чтобы шпиндель при включенном переборе можно было легко повернуть за шестерню. Винты 6 и клин 8 служат для прижатия разрезанных частей втулки к поверхности конусной гильзы, чтобы выправить деформацию втулки и тем самым улучшить прилегание ее к шейке шпинделя.

Недостаток разрезной конусной втулки заключается в том, что при подтягивании она перестает плотно прилегать во всей окружности конуса гильзы 16. Поэтому шпиндель по мере износа и подтягивания втулки начинает вибрировать и не давать чистой поверхности обрабатываемой детали. Втулку приходится вынимать и пригонять к конусу гильзы. Втулка 7 (фиг. 34) у станка 162К этого недостатка не имеет. Эта втулка внутренним конусом садится на

конус шейки шпинделя. Зазор регулируется вращением крышки 3. От осевого смещения крышка 3 закрепляется кольцом 2, укрепленным винтами 4 к гильзе 5 и к корпусу 6. От произвольного вращения крышка закрепляется болтом 1.

Задняя шейка у самого шпинделя цилиндрическая, но на нее на двух сегментных шпонках 15 насажена стальная втулка 13, имеющая наружный конус, направленный обратно к конусу передней шейки шпинделя. Подшипником является гильза 16, укрепленная к корпусу коробки винтами 10. От осевого смещения шпиндель крепится у заднего подшипника упорным шарикоподшипником 17 и шайбой 14, зажимаемых упорными кольцами 12. Особенностью подшипников у станка 162К является применение биметалла вместо бронзы. Здесь стальные втулки 7 и гильза 16 залиты тонким слоем бронзы 8 и 9. Регулируется у этого станка только передний подшипник; у заднего же подшипника, по мере его износа, можно припиливать буртик 11 у втулки 13 и тем уменьшать зазор в подшипнике.

У токарных и шлифовальных станков подшипники качения применяются реже, чем у фрезерных. Объясняется это тем, что эти станки, как более точные, предъявляют особо строгие требования к шарико- и роликоподшипникам. Подшипники торгового качества здесь не годятся. Например, у опорных подшипников для шпинделей станков все шарики должны отличаться в диаметрах не более чем на $\pm 0,003$ мм. Вращающееся кольцо не должно иметь осевого биения, превышающего 0,005 мм. Эта точность требует очень высокого качества изготовления шарикоподшипников.

8. ЗАДНИЕ БАБКИ

Задняя бабка представляет собой вторую опору при обработке в центрах. Задняя бабка должна удовлетворять следующим условиям:

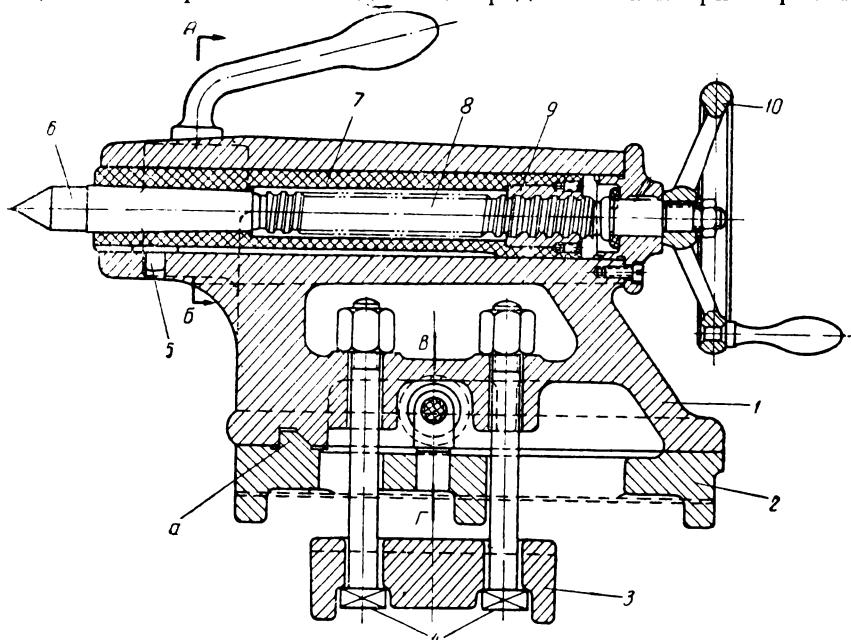
- а) ни при каких условиях произвольно не сдвигаться;
- б) давать правильное положение оси центра;
- в) давать возможность быстрой, грубой установки по оси станка;
- г) предоставлять возможность точной установки обрабатываемой детали на обоих ее центровых отверстиях;
- д) обеспечивать надежное направление шпинделя задней бабки и зажим его без нарушения положения оси.

Устойчивость и надежное положение оси задней бабки являются необходимыми условиями для получения удовлетворительных результатов при обработке в центрах, и устранения возможности аварий из-за вырывания обрабатываемой детали из центров. Это зависит от закрепления корпуса задней бабки на станине.

Конструкции задних бабок очень разнообразны, но основные принципиальные схемы их имеют много общего. Поэтому, зная принципиальное устройство задней бабки какого-либо универсального токарного станка средних размеров, можно без труда разобратся в конструкции бабок других токарных станков.

Рассмотрим конструкцию задней бабки токарного станка ДИП-200 (фиг. 36). Корпус задней бабки этого станка, как и большинства станков других типов, состоит из двух деталей: собственно корпуса 1 и плота или мостика задней бабки 2.

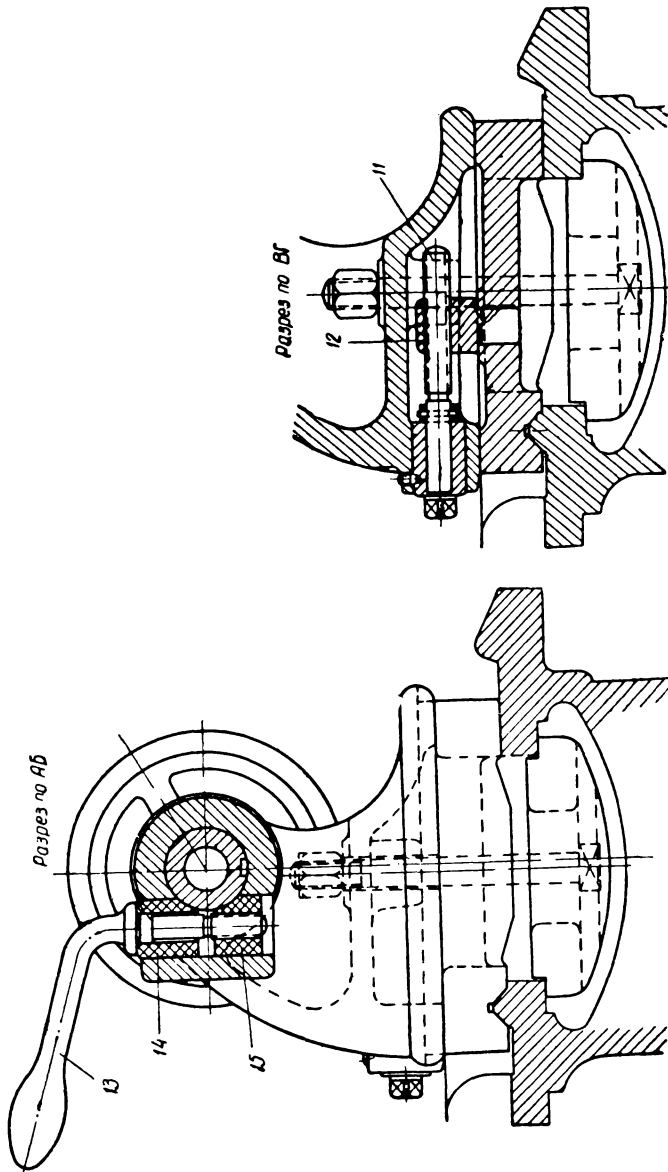
Корпус задней бабки испытывает очень большие и часто неопределенные усилия, так как эти усилия могут очень сильно возрастать, если токарь зажмет задний центр до отказа и при обработке



Фиг. 36. Задняя бабка токарного станка ДИП-200.

детали не будет следить за его поведением. При обдирке длинная деталь может сильно нагреться и вследствие этого значительно удлиниться и тогда, если не ослабить задний центр, деталь может распереть станок между центрами и даже вызвать поломку. Предусмотреть момент распора очень трудно и обычно станки часто работают в состоянии распора и, если не происходит аварии, то только потому, что станок обладает некоторой упругостью и, кроме того, при очень большом нажиме центр выдавливает смазку и центровое отверстие или сам центр быстро изнашивается (центр «пищит»).

Поэтому задняя бабка должна делаться монолитной, по возможности однодетальной. Однако последнее выполнить трудно, так как станок должен обеспечить совпадение осей передней и задней бабок как по высоте, так и в боковом направлении. Если бы шпиндель задней бабки помещался в корпусе, представляющем собой одно целое, то было бы очень трудно получить точное совпадение осей. Поэтому приходится мириться с задней бабкой, состоящей из двух частей.

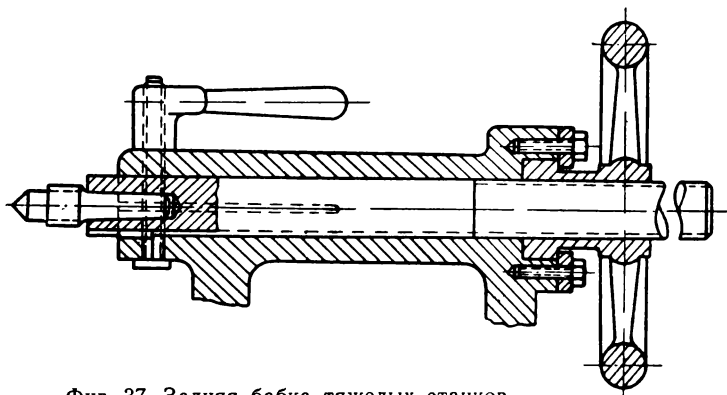


Фиг. 36. Задняя бабка токарного станка ДИП-200, разрезы по АБ и ВГ (см. на стр. 144).

Плот задней бабки 2 пришабривается по направляющим станины, а на верхнюю поверхность его устанавливается корпус.

Плоскости соприкосновения корпуса с плотом пришабриваются так, чтобы ось задней бабки по высоте совпадала с осью шпинделя станка и была ей параллельна. Параллельность осей достигается за счет пришабривания вертикальной грани направляющего буртика *a* плота. Боковое совпадение осей достигается перемещением корпуса по плоту при помощи винта 11 с квадратной головкой и гайки 12. Корпус крепится к плоту и одновременно к станине при помощи двух болтов 4 и накладки 3.

Достижение совпадения осей шпинделей передней и задней бабок посредством шабровки опорных плоскостей корпуса бабки требует



Фиг. 37. Задняя бабка тяжелых станков.

значительной затраты времени на шабровочную работу. Поэтому, как правило, при капитальном ремонте совпадение осей передней и задней бабки достигается за счет расточки отверстия под шпиндель задней бабки. При этом возникает необходимость замены шпинделя задней бабки, который окончательно протачивается по наружному диаметру лишь после расточки корпуса задней бабки.

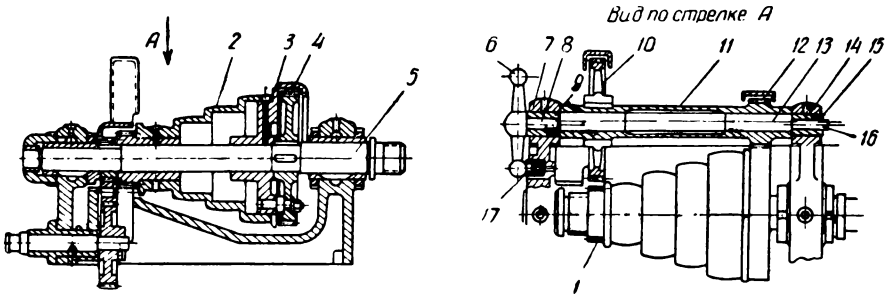
Шпиндель задней бабки 7 представляет собой пустотелый цилиндр, в передний конец которого вставляется центр 6, а в задний — гайка 9, при помощи которой и винта 8 с маховиком 10 шпиндель может передвигаться вдоль оси. Шпонка 5 предохраняет шпиндель от поворота. Шпиндель зажимается рукояткой 13, которая имеет на конце правую и левую нарезки, благодаря чему сухари 14 и 15 зажимают и освобождают шпиндель. При убириании шпинделя полностью в заднюю бабку винт 8 своим торцом упирается в торец центра 6 и выталкивает его из корпуса шпинделя. Таким образом, в этой конструкции выбивание центра из конуса очень удобно.

Другое дело у тяжелых станков, где шпиндель не имеет гайки и нарезка сделана непосредственно на шпинделе (фиг. 37), а втулка маховика является гайкой. Из такого шпинделя выбить центр с торца нет возможности. Поэтому обыкновенные центры для таких

шпинделей не годятся: центры должны быть с нарезкой. На нарезку навертывается гайка, при помощи которой можно выпрессовывать центр, или на центрах делаются лыски, которые дают возможность ключом повернуть центр и тем самым освободить его из гнезда. Пользование простыми центрами у этих станков должно быть запрещено, так как они запрессовываются и выбить их можно только ударами кувалды или разогревом шпинделя паяльными лампами. Это приводит к порче конуса шпинделя.

9. СТУПЕНЧАТЫЕ ШКИВЫ

Устройство ступенчатого шкива следующее (фиг. 38). Чугунный шкив 2 с четырьмя ступенями имеет с одной стороны шестерню 1, а с другой — фланец 3. Шестерня 1 имеет удлиненную ступицу, которой она запрессована в шкив. Фланец 3 своим наружным диаметром также запрессован в шкив, следовательно, шестерня и

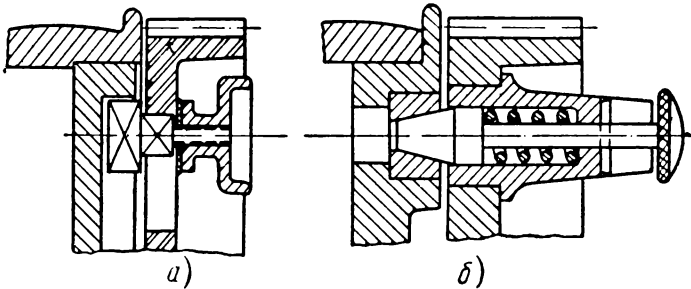


Фиг. 38. Ступенчато-шкивная передача.

втулка фланца являются ступицами шкива, на которых он свободно вращается на шпинделе 5. Для уменьшения трения в ступицы часто запрессовывают бронзовые втулки. Спереди ступенчатого шкива непосредственно на шпинделе посажена на шпонке шестерня 4. В корпусе передней бабки заодно с передним и задним корпусами подшипников шпинделя отлиты кронштейны 7 и 14, в которых вращается валик 13 перебора. На валике 13 свободно вращается втулка перебора 11. С одной стороны втулки перебора нарезана шестерня 12, а с другой — насажена на шпонке шестерня 10.

Валик 13 имеет по концам эксцентриковые цапфы 8 и 16, на которых он вращается во втулках 9 и 15. Поворачивая за рукоятку 6 валик 13, можно за счет эксцентриситета цапф приблизить ось втулки перебора к оси шпинделя и тем самым включить шестерни 10 и 12 в зацепление с шестернями 1 и 4. Выключение зацепления производится поворотом рукоятки 6 в обратном направлении. Рукоятка 6 закрепляется в выключенном и включенном состоянии пружинным фиксатором 17.

Вращение от контрпривода, имеющего такой же ступенчатый шкив, как и на шпинделе, но с расположением ступеней в обратном порядке, передается ремнем на ступенчатый шкив станка. Но так как ступенчатый шкив станка сидит на шпинделе свободно, он не может передать вращение шпинделю и вращается вхолостую. Чтобы заставить вращаться шпиндель, необходимо сцепить фланец 3 с шестерней 4. Сцепление производится болтом (фиг. 39,а) или пружиной

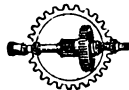


Фиг. 39. Защелки для включения ступенчатого шкива.

ной защелкой (фиг. 39,б). Таким образом, шпинделю можно сообщить четыре скорости (по числу ступеней шкива). Если вместо соединения шестерни 4 с фланцем 3 включить перебор, то вращение шпинделю от шкива будет передаваться через шестерни 1—10 и 12—4 и шпиндель получит четыре добавочных скорости.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие встречаются виды направляющих станин токарных и револьверных станков?
2. Почему делают отдельные направляющие для задней бабки и для суппорта?
3. Какие недостатки и достоинства плоских и призматических направляющих?
4. Какие методы обработки применяются для повышения твердости направляющих станин?
5. Что такое узкие и широкие направляющие?
6. Какие преимущества узких направляющих перед широкими?
7. Для чего в фартуке токарных и револьверных станков падающие червяки?
8. Чем объясняются подхватывание и врезание резца в деталь?
9. Какие материалы применяются для изготовления шпинделей станков?
10. Какие требования предъявляются к подшипникам скольжения и качения для шпинделей?
11. Какие требования предъявляются к задним бабкам станков?





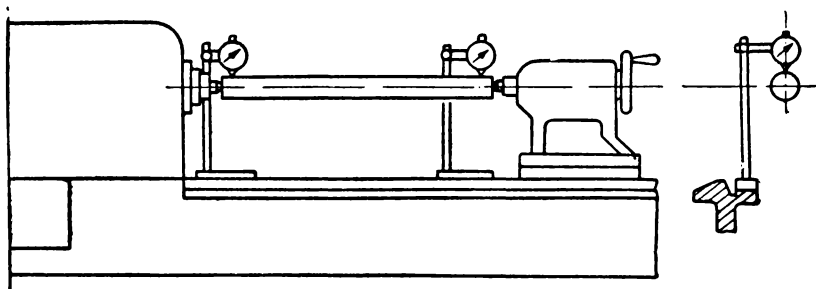
ГЛАВА X

ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ТОКАРНОГО СТАНКА

1. ПРОВЕРКА СТАНКА ПЕРЕД РЕМОНТОМ

Чтобы правильно составить план ремонта и технологию его, необходимо заранее выбрать базы, которые следует принять за основные при контроле пригоночных работ, а для этого нужно знать, насколько они надежны и правильно расположены. Поэтому перед разборкой станка в ремонт необходимо сделать некоторые проверки. Для токарного станка считаем наиболее необходимыми три проверки.

Сравнение высоты центров передней и задней бабок. Для проведения этой проверки необходимо зачистить конусы шпинделей передней и задней бабок. В центры вставляют калиброванную оправку



Фиг. 40. Схема проверки расположения осей центров станка.

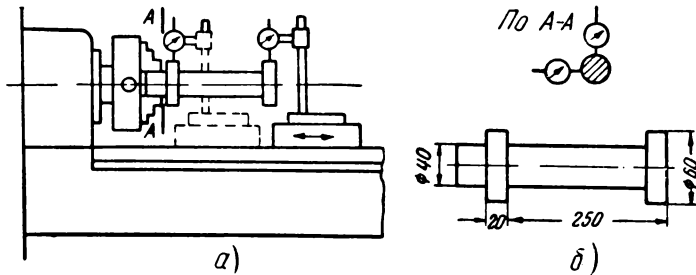
длиной 300—500 мм и индикатором, установленным на плоскую направляющую для задней бабки (фиг. 40), делают замеры у конца и начала оправки. Разность замеров дает разность высот центров передней и задней бабок. Точность замера при этом способе вполне достаточная, потому что плоская параллель направляющей для задней бабки обычно бывает мало изношена на участке, где проводятся замеры, так как здесь задняя бабка, как правило, не работает. Имеющиеся на параллели забоины необходимо перед проверкой зачистить.

Можно было бы проверку осей центров сделать проще, приблизив заднюю бабку к передней до соприкосновения центров, но при этом трудно выполнить замеры с необходимой точностью.

Причины несовпадения центров по высоте у мелких и крупных станков бывают разные. У мелких станков параллели для задней бабки часто шабруют, в то время как основание под передней бабкой остается нетронутым. Поэтому к моменту капитального ремонта ось задней бабки оказывается несколько ниже оси передней бабки. У крупных станков, имеющих разъемные подшипники шпинделя, направляющие для задней бабки шабруются реже, чем тяжело нагруженные подшипники шпинделя, и ось шпинделя может оказаться или выше, или ниже оси задней бабки.

Замер несовпадения центров по высоте дает возможность определить, какие отклонения получат после шабровки оси центров, и позволяет компенсировать эти отклонения с наименьшей затратой труда в процессе самого ремонта. Следовательно, такую проверку нужно вести до начала ремонта, а не на собранном станке, как это делается обычно.

Проверка параллельности оси шпинделя и направляющих для задней бабки. Производить эту проверку с помощью контрольной



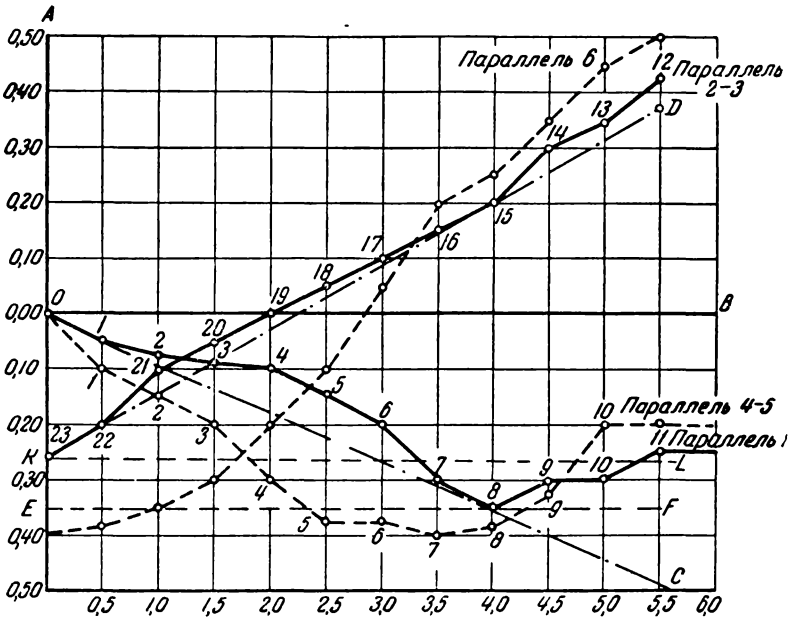
Фиг. 41. Схема проверки расположения оси шпинделя станка.

оправки, вставленной в конус шпинделя, нельзя, так как ось конуса вследствие износа может не совпадать с осью шпинделя. Можно вести проверку по оправке, зажатой и выверенной в патроне станка, но при этом способе трудно выверить оправку. Поэтому для данной проверки наиболее простым и надежным способом будет способ проточки поясков заготовки, зажатой в патрон (фиг. 41,а).

Заготовку перед проточкой поясков необходимо выверить на бие, чтобы не снимать лишний слой стружки с поясков, так как одна заготовка может быть использована для проверки нескольких станков. Проточку обоих поясков (фиг. 41,б) надо делать за один проход. Проверка производится в горизонтальной и вертикальной плоскостях индикатором, установленным на мостике задней бабки. На одном из поясков индикатор следует поставить в нулевое положение. Показания индикатора на втором пояске дадут отклонение образующей поясков по отношению к направляющим задней бабки на дли-

не 250 мм. Но это не есть отклонение оси шпинделя по отношению к направляющим задней бабки, так как в эту величину входит еще ошибка, которую вносит отклонение оси шпинделя от направляющих супорта.

Чтобы исключить указанную ошибку, нужно микрометром замерить диаметры поясков и половину их разности вычесть из показаний индикатора; полученные результаты будут отклонениями оси шпинделя от направляющих задней бабки на длине 250 мм в горизонтальной и вертикальной плоскостях.



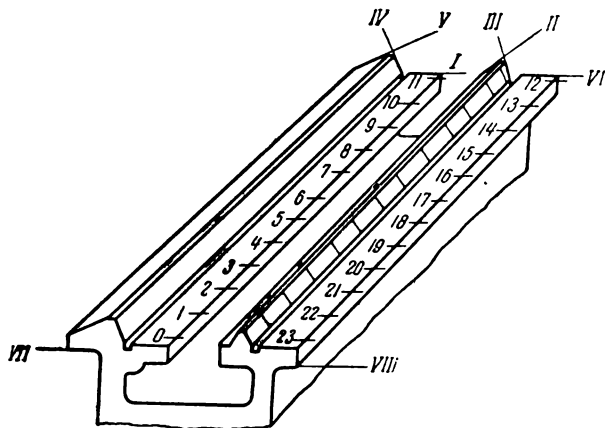
Фиг. 42. График износа направляющих.

Измерения следует проводить с точностью 0,01 мм. Данные этой проверки вместе с результатами предшествующей проверки позволяют выправить положения оси шпинделя и оси задней бабки относительно одна другой и относительно направляющих для задней бабки в процессе ремонта, не дожидаясь общей сборки станка.

Проверка износа и прямолинейности направляющих. После разборки станка следует зачистить забоины и грубые риски на направляющих станины и провести проверку их износа и прямолинейности, а также составить график состояния направляющих станины. График необходим для того, чтобы правильно решить вопрос о способе ремонта станины, а также для того, чтобы вести шабровку наиболее целесообразно, если ремонт будет вестись без снятия станка с фундамента.

Для станков, снимаемых для ремонта с фундамента, составление графика целесообразно только для станин с длиной направляющих более 2500 мм.

График лучше всего делать на миллиметровой бумаге. На лист бумаги наносятся две взаимоперпендикулярные оси (фиг. 42). На вертикальной оси AO будут откладываться отклонения направляющих от горизонтали в сотых долях миллиметра, на горизонтальной оси OB будут откладываться расстояния, через которые проводятся замеры направляющих. Каждый миллиметр по вертикали будет соответствовать 0,01 мм отклонения направляющих от горизонтальности и каждые 5 мм по горизонтальной линии 250 мм длины направляющих.



Фиг. 43. Разметка направляющих станины для составления графика износа.

Рядом с графиком наносится схема профиля направляющих (фиг. 43). Отмечаем на этой схеме цифрами от I до $VIII$ все плоскости направляющих станины. Составление графика состояния направляющих начнем с направляющих для задней бабки, т. е. с плоскостей I , II и III . Вначале при помощи метра и мела нужно нанести на направляющих меловые линии, отмечающие точки, в которых будут производиться замеры. Замеры проводятся по замкнутому контуру, начиная от передней бабки. Начальная точка замеров откладывается возле края направляющих и нумеруется нулем. Все последующие точки замеров откладываются через 500 мм и нумеруются порядковыми номерами. Получив последнюю точку замеров на направляющей, переходят на вторую сопряженную поверхность — направляющих II и III в нашем случае с точки 11 направляющей I на точку 12 параллелей II — III и продолжают откладывать точки замеров в обратном направлении до конца направляющих. Точка 23 должна оказаться против точки 0 .

Замеры надо производить уровнем с ценой деления 0,02—0,04 мм

на 1000 мм. Уровень надо ставить серединой на меловую черту. Сначала делаются замеры в продольном направлении плоскости *I*: Для этого уровень ставится на черту *I*. Показания уровня заносятся на график (см. фиг. 42). Так получена на графике точка *1* ниже нулевой горизонтали (подъем откладывается на графике вверх от оси *OB*, опускание — вниз).

Затем уровень ставится на черту *2*, на графике проводится горизонтальная линия из точки *1* до пересечения с вертикалью, соответствующей положению точки *2*, от этой горизонтали откладывается показание уровня на вертикальной черте *2* и получается точка *2*. Так продолжают до точки *11*. В точке *11* надо перейти с плоскости *I* на плоскости призматической направляющей *II—III*. Для этого на линии *11—12* ставится плот задней бабки и при помощи его уровнем определяется превышение точки *12* над точкою *11*. Это превышение заносят на график и получают точку *12*, дающую начало замеров плоскости *II—III*. Устанавливая уровень на призме в том же порядке, как описано выше, производят остальные замеры. В точке *23* делается переход в точку *0* тем же способом, как делался переход с точки *11* в точку *12*. Если показания уровня при переходе с точки *23* в точку *0* и полученные на графике для точек *23—0* совпадают или отличаются незначительно (до сотых миллиметра), то замеры следует считать правильными. Если же имеются отклонения больше 0,05 мм, то замеры следует повторить с большей тщательностью.

График для направляющих *IV*, *V* и *VI* составляется таким же способом, но вместо плота задней бабки для перехода с одной направляющей на другую пользуются плотом супорта или специальным приспособлением. При всех замерах необходимо помнить, что уровень показывает отклонения на длине 1000 мм, а поэтому нужно при каждом замере показания уровня приводить к расстоянию, между которым делают замеры.

На графике условно принимается, что плоскость *I* и призматическая направляющая *IV—V* исходит из одной нулевой точки. Фактически это, конечно, не так, но абсолютные превышения этих поверхностей одна над другой, определяемые конструкцией направляющих, в данном случае не имеют значения, так как важна только их взаимная параллельность.

Переход от замера одной направляющей к другой при помощи плотов тоже условен, так как сами поверхности плотов, на которые ставится уровень, могут иметь отклонения от горизонтали. Кроме того, плоты могут перекрывать на одной направляющей не одну, а две точки замеров даже при свешивании части направляющих плота с направляющих постели. Следовательно, надо иметь какие-то средние отклонения двух точек, а не одной, как нам требуется.

Неточность поверхности плота не имеет практического значения, так как важны не абсолютные отклонения направляющих от горизонтали в поперечном направлении, а относительные. Они же будут

верны, так как ошибка, полученная при переходе в конце параллелей, будет та же, что и при переходе в их начале.

Перекрытие при переходах плотом задней бабки одновременно нескольких точек замеров будет искажать результаты, но о характере и величине этих искажений можно судить по характеру отклонений на измеряемом участке самих направляющих по нашему же графику. Следовательно, можно сделать соответствующие поправки, если это потребуется.

В силу изложенного, можно считать мало целесообразным заводить мостики специально для этих замеров, но если они имеются, то пользование ими надежнее, чем плотом супорта. Плот задней бабки вообще нет смысла заменять специальным прибором.

Нанесем на график пунктиром прямые линии: линию $I-8-C$ и линию $22-15-D$. Эти линии ограничивают слой металла, который необходимо снять для достижения прямолинейности каждой направляющей. Эти линии называются «линиями прямолинейности».

Если для простоты условимся замерять снимаемый слой металла по вертикали, то для плоскости I наибольший слой снимаемого металла будет $+0,23$ в точке 11 . В точке 4 придется снять металла $0,07$ мм. Для плоскостей $II-III$ наибольший слой снимаемого металла $0,07$ мм будет в точке 12 .

После пришабровки на прямолинейность положение направляющих будет соответствовать положению пунктирных прямых на графике, и направляющие хотя и будут прямолинейны, но не будут параллельны между собой, т. е. будут извернуты одна относительно другой. Для направляющих же требуется взаимная параллельность и в то же время горизонтальность. Чтобы достичь этого, необходимо привести линии прямолинейности на графике в горизонтальное положение. Для этого вращаем линию прямолинейности $I-8-C$ плоскости I вокруг точки 8 , как наиболее углубленной, до горизонтального положения $E-8-F$. В соответствии с новым положением линии прямолинейности наибольший слой металла ($0,36$ мм) будет снят в точке 0 . Для направляющих $II-III$ линию прямолинейности следует вращать около точки 23 , пока она займет положение $K-L$. Наибольший слой металла, который теперь потребуется снять на этой направляющей, будет равен $0,42 + 0,24 = 0,66$ мм в точке 12 .

При замере точка 23 направляющих $II-III$ была ниже точки 0 направляющей I на $0,26$ мм. После пришабровки направляющих на горизонтальность точка 23 будет, наоборот, выше точки 0 на $0,36 - 0,26 = 0,1$ мм. Это изменение следует учесть при шабровке и подгонке плота задней бабки в поперечном направлении. Нанесенные на графике линии износа направляющих $IV-V$ и VI имеют тот же характер отклонений, но отклонения несколько больше, чем для направляющих I, II и III . Построение и выпрямление линий прямолинейности производится так же, как и для плоскостей I и $II-III$.

График состояния направляющих дает большое облегчение при

шабровке, так как по нему можно точно определить, в каком месте, какой слой металла необходимо снять, а поэтому шабровку можно вести с наименьшими затратами времени. Кроме того, график даст возможность определить, нужно ли станину переустанавливать на фундаменте, шабрить, пилить или строгать направляющие.

2. ВЫБОР ОСНОВНОЙ БАЗЫ ДЛЯ ШАБРОВКИ НАПРАВЛЯЮЩИХ

Прежде чем шабрить станину, необходимо выбрать основную базу, по которой следует шабрить все направляющие станины и по которой в дальнейшем можно будет контролировать положение всех осей при пригонке и сборке основных узлов станка. Эта база должна быть по возможности единой для всего процесса ремонта и лишь в крайнем случае могла бы допускать пригонку каких-либо узлов по промежуточным базам.

Наиболее удобной, основной базой следует считать направляющие задней бабки, потому что:

а) площадь этих направляющих по сравнению с площадью других направляющих невелика;

б) срабатываются они меньше других направляющих;

в) всегда имеется участок направляющих, почти совершенно не изношенный;

г) часто направляющие для задней бабки одновременно служат и направляющими для передней бабки, а поэтому при правильной их пришабровке одновременно получается и правильное направление передней бабки;

д) мостик задней бабки может служить приспособлением для контроля шабровки остальных направляющих.

3. СПОСОБЫ РЕМОНТА НАПРАВЛЯЮЩИХ

Способы ремонта направляющих зависят от размера направляющих, степени их износа и от возможностей завода произвести механическую обработку их и от целого ряда других соображений. Чем больше изношены направляющие и чем больше их поверхность, тем больше выгоды от замены ручной обработки на механическую, но для этого нужно иметь соответствующее оборудование.

При износе до 0,08—0,10 мм направляющие следует пилить личными напильниками и шабрить или же шлифовать. При износе от 0,10 до 0,50 мм — пилить и шабрить, причем места наибольшего съема металла можно обрабатывать с помощью переносной шлифовальной машинки, оставив припуск на дальнейшую пригонку 0,2 мм.

Неизношенные участки вначале нужно пилить драчевыми напильниками, пока просвет на изношенных участках не будет равен 0,08—0,10 мм. Затем их следует пилить личными напильниками, стараясь не делать глубоких рисков. Опиловку личными напильниками контролировать линейкой по краске. Когда пятна краски станут ложиться более или менее равномерно, можно перейти к шабровке.

Грубую шабровку можно производить механическим шабером, а окончательную шабровку следует вести вручную или применять при-тирку пастой ГОИ.

При износе более 0,5 мм и при твердости направляющих $H_B > 200$ нужно строгать направляющие, но каждый раз надобность строгания нужно обсудить, так как только очень точное по геометрии и на прямолинейность строгание дает сокращение времени ремонта станка. Излишне снятый с направляющих слой металла всегда снижает их работоспособность и увеличивает склонность к задирам.

Примерные припуски на шабровку плоскостей после механической обработки приведены в табл. 42.

Таблица 42

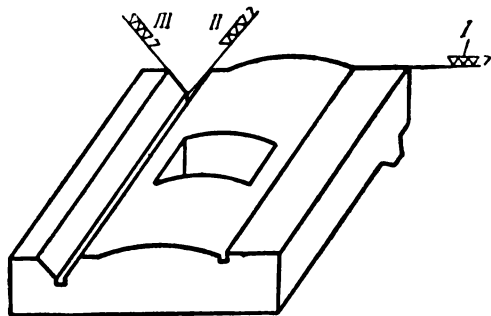
Ширина плоскости в мм	Припуски на шабровку в мм при длине плоскости в мм				
	100—500	500—1000	1000—2000	2000—4000	4000—6000
до 100	0,05	0,08	0,10	0,12	0,15
100—500	0,08	0,10	0,12	0,15	0,20

В случае наличия направляющих с закаленной поверхностью ремонт их припиловкой и шабровкой невозможен. Там, где имеются шлифовальные станки, направляющие нужно шлифовать; там же, где таких станков нет, можно пользоваться специальными приспособлениями для шлифования на месте.

4. ШАБРОВКА МОСТИКА ЗАДНЕЙ БАБКИ

Выбрав направляющие для задней бабки в качестве основной базы, можно приступить к первой операции шабровки. Этой операцией является шабровка мостика задней бабки, который затем будет использован для шабровки и контроля направляющих станины.

Пришабровываются плоскости I, II, III (фиг. 44) мостика. Как правило, эти плоскости срабатываются мало, а поэтому при шабровке их снимается очень небольшой слой металла, и после пришабровки геометрическое расположение мостика на своих направляющих будет очень мало отличаться от положения, которое он занимал до пришабровки. Это отклонение не имеет практического значения. Шабровку мостика ведут по наименее сработанному участку направляющих



Фиг. 44. Мостик задней бабки.

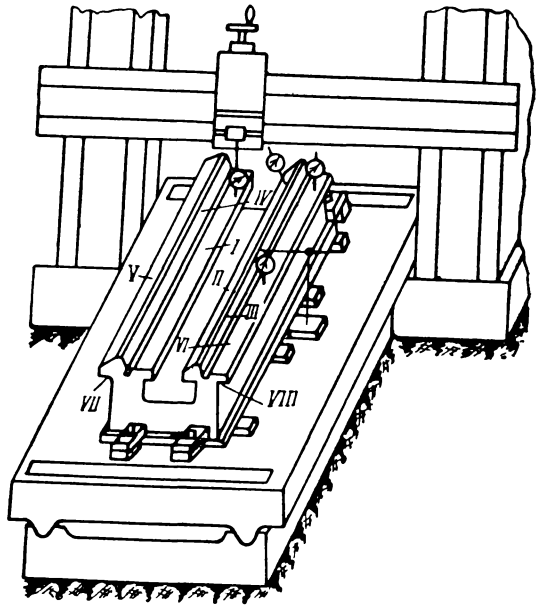
для задней бабки. Этот участок расположен на конце направляющих или под передней бабкой в тех случаях, когда она установлена на направляющих задней бабки.

5. РЕМОНТ СТАНИНЫ

Строгание станины. Если на основании графика состояния направляющих определено, что толщина слоя металла, подлежащего снятию более 0,5 мм и если твердость направляющих более 200 то станину перед шабровкой, как сказано раньше, лучше прострогать, так как шабровка без предварительного строгания будет слишком дорого стоить и займет много времени.

При строгании станины надо стремиться к тому, чтобы снять лишь минимальный слой металла. При наличии отдельных глубоких задиrow необходимо тщательно продумать, следует ли выводить их начисто. Иногда бывает выгоднее оставить отдельные глубокие задиры, чем снятием большого количества металла обнажить слишком мягкий слой и тем самым снизить качество направляющих в большей степени, чем отдельные глубокие задиры.

Для снятия минимального слоя металла большое значение имеет качество установки и выверки станины на столе строгального станка. Установку и выверку станины целесообразно производить с помощью специального шаблона. Стоимость изготовления шаблона окупается отпадением операции



Фиг. 45. Установка станины на стол строгального станка.

разметки, простой установки и выверки резов, а также большей точностью получаемого профиля. Устанавливать станину следует на подкладки. Подкладки должны быть предварительно закреплены на столе и простроганы на верность.

Выверку на параллельность к движению стола следует производить по плоскостям I и VI (фиг. 45) и по концам плоскости II предварительно по рейсмусу, а окончательно — по индикатору, закрепленному в супорте станка. Плоскости I, II, III служат направляющими задней бабки, а плоскости IV, V, VI — направляющими супорта.

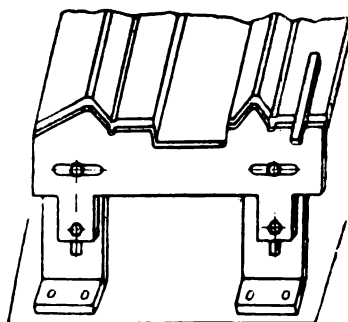
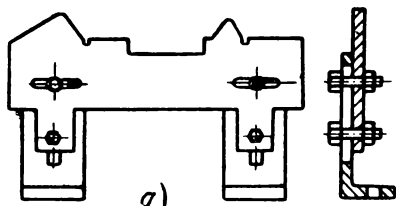
Крепить станину к столу станка надо очень осторожно, потому что большая часть дефектов при строгании получается за счет прогиба станины крепящими болтами. При тех сечениях стружки, которые снимаются при строгании станин, сильных креплений не требуется, а поэтому крепить следует с минимальной затяжкой болтов. Чтобы гарантировать станину от прогибов, следует во время затягивания болтов вести контроль деформации станины индикаторами по плоскостям *I* и *VI*.

При строгании станины длиной свыше 2000 мм надо ставить концевые упоры от смещения их вдоль стола, а крепящие планки ставить лишь как средство для предохранения от опрокидывания станины в случае подхвата резца.

После затягивания болтов следует еще раз проверить качество установки и установить шаблон для строгания. Конструкция шаблона (фиг. 46, *a*) должна позволять его легкую установку по высоте и в стороны. Шаблон устанавливается на стол станка перед станиной со стороны захода резца (фиг. 46, *b*). Профиль шаблона должен соответствовать профилю неизношенной части направляющих. При помощи конца свешивающейся линейки необходимо опустить шаблон ниже направляющих станины на толщину стружки, которую предполагается снимать. Опускание шаблона замеряется щупом или мерительными плитками.

После установки и закрепления шаблона резцы для строгания устанавливаются по профилям шаблона так, чтобы щуп 0,05 мм, уложенный на профиль шаблона, резцом не зажимался, а слегка касался его.

После строгания плоскостей *I* — *VI* (см. фиг. 45), не открепляя болтов, следует произвести проверку контура направляющих контршаблоном (фиг. 47). Щуп 0,04—0,05 мм не должен проходить между шаблоном и проверяемой плоскостью.



Фиг. 46. Шаблон (*a*) для строгания направляющих и схема его установки (*b*)

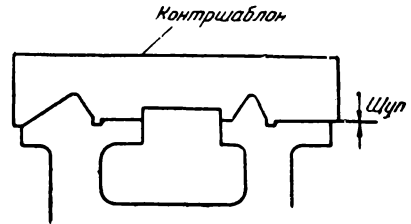
Строгание станины следует произвести по всей длине направляющих, включая и направляющие под переднюю бабку. Только в исключительных случаях, когда нужно сохранить постоянство размера между осями шпинделя и валика коробки подач, можно не строгать направляющие под переднюю бабку. Затем надо простро-

гать на верность с той же установки плоскости VII и VIII (см. фиг. 45) при помощи бокового или вертикального супорта.

После этого проверяют станину на прямолинейность всех направляющих и на их спиральную изогнутость одна относительно другой, предварительно отпустив крепящие болты.

Проверка на прямолинейность производится при помощи линейки, измерительных плиток и щупа. Отклонение допускается только в сторону выпуклости к середине станины.

На спиральную изогнутость по отношению друг к другу проверяют только направляющие для задней бабки при помощи мостика задней бабки и уровня. Отклонение на спиральную изогнутость допускается не более $0,05 \text{ мм}$ на 1000 мм . Остальные поверхности не проверяются, так как отсутствие

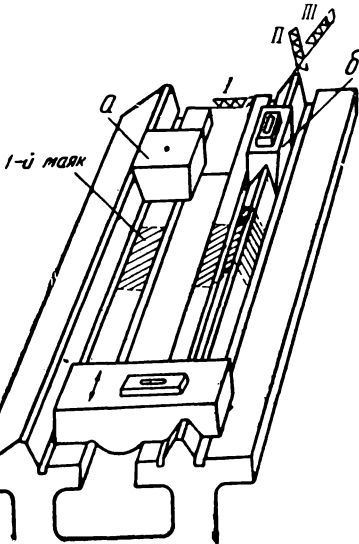


Фиг. 47. Схема проверки контура направляющих контршаблоном.

спиральной изогнутости у направляющих для задней бабки указывает на отсутствие изогнутости у остальных направляющих.

Простроганные направляющие после окончательной отделки надо подвергнуть электроискровому упрочнению, а на направляющие плота супорта поставить чугунные наделки.

Установка станины для шабровки. Пришабрив мостик задней бабки, можно приступить к шабровке направляющих станины. Если станина не снимается с фундамента, то прежде чем начать шабровать, нужно по графику состояния направляющих решить, где и какой слой металла придется снимать, и на основании этого определить, нужна ли предварительная припиловка. При снятии слоя металла более $0,08 \text{ мм}$ выгоднее сделать предварительную припиловку по краске и уровню. Если станина снимается с фундамента, то ее нужно перед шабровкой правильно установить и выверить как в продольном, так и в поперечном направлении. Станина ставится на массивное, неподвижное основание, лучше всего на плиту или монтажные балки.



Фиг. 48. Шабровка направляющих станины длиной до 2500 мм .

Выверять ее надо на регулирующихся клиньях и к основанию

направляющих

болтами не крепить. В случае неустойчивости без крепления болтами болты крепятся так, чтобы гарантировать станину от деформаций. Если станина сразу устанавливается на фундамент, то начинать шабровку следует после подливки и затвердевания цемента. Трудность шабровки станины сильно возрастает с увеличением длины направляющих. Отсюда способы шабровки меняются в зависимости от длины направляющих.

Шабровка направляющих длиной до 2500 мм. Шабровку направляющих до 2500 мм начинают с определения по графику наиболее изношенного участка на направляющих для задней бабки. Если график не был составлен до разборки станка, то его следует составить перед шабровкой. После этого устанавливают мостик задней бабки на наиболее изношенное место направляющих и отмечают участок под мостиком — «маяк» — на направляющих *I, II, III* (фиг. 48). Сдвигают мостик в сторону и приступают к шабровке маяка. Маяк шабруют до тех пор, пока обе направляющие не станут краситься мостиком равномерно.

В процессе шабровки контролируют горизонтальность участка маяка уровнем, устанавливаемым на плоскость *I*. Закончив шабровку маяка, проводят шабровку плоскости *I* по всей длине. Для шабровки этой плоскости предварительно надо изготовить специальную угловую призму *a* (фиг. 48). Основание призмы делают обычно более широким, чем требуется для ремонтируемой станины, с тем, чтобы эта призма могла служить и для ремонта станков с более широкими направляющими. Плоскости основания и верха призмы пришабриваются по контрольной плите, а плоскость, прилегающая к призматической направляющей, пришабривается по несработанной части направляющей ремонтируемого станка. Верхняя и нижняя плоскости призмы должны быть параллельными. Длина призмы около 250 мм.

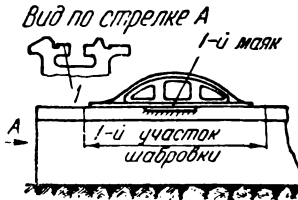
Шабровку плоскости *I* ведут по линейке с одновременным контролем уровнем с ценой деления 0,02—0,04 мм на 1000 мм. Для контроля в продольном направлении уровень ставится на направляющую, а для контроля в поперечном направлении уровень устанавливается на угловую призму. Показания уровня в поперечном направлении должны быть те же, что и на маяке (горизонтальность в поперечном направлении не обязательна).

Шабровка направляющих *II—III* производится по линейке с ориентировкой по маяку. Контроль шабровки производится мостиком задней бабки. Уровень, установленный на мостике (см. фиг. 48), должен показывать по всей длине такое же количество делений, какое он показывал на участке маяка. Мостик должен равномерно закрасивать плоскости *I, II* и *III*.

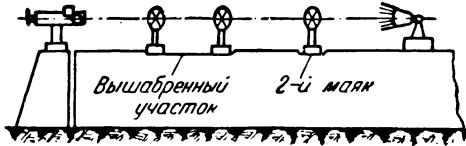
Горизонтальность направляющих *II—III* в продольном направлении контролируется уровнем, устанавливаемым на угловую призму *b* (см. фиг. 48). При установке уровня на призму или на мостик

следует ставить его на одно и то же место и направлять его в одну и ту же сторону.

Шабровка направляющих длиной более 2500 мм. Шабровку длинных направляющих обязательно надо начинать с определения по

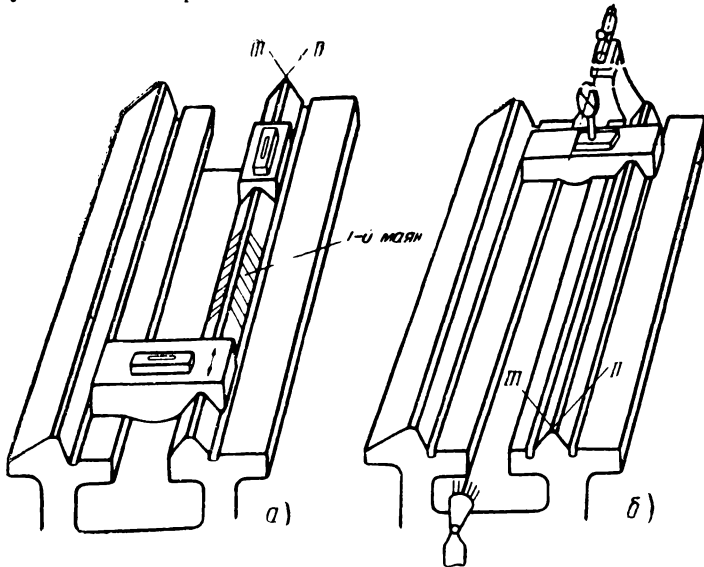


Фиг. 49. Шабровка направляющих станины длиной больше 2500 мм.



Фиг. 50. Нанесение первого и второго маяков с помощью оптической трубы.

графику состояния направляющих наиболее низкого, изношенного участка. При несоблюдении этого правила можно вышабрить значительную часть направляющих и затем, подойдя к наиболее изно-



Фиг. 51. Шабровка плоскостей II—III (а) и настройка оптической трубы (б).

шенному месту, убедиться, что все вышабранные поверхности необходимо углублять, т. е. перешабривать заново.

Шабрить удобнее всего при помощи маяков. Мостиком задней бабки на наиболее изношенном участке направляющих следует нанести первый маяк. После этого шабрить на участке маяка плоскости I и II—III (см. фиг. 48) одновременно до тех пор, пока эти пло-

скости не станут равномерно закрашиваться мостиком. Контроль в поперечном направлении не проводится. В продольном направлении ведется проверка на горизонтальность при помощи уровня, устанавливаемого на плоскость *I*.

Имея ориентиром маяк, производят шабровку плоскости *I* по линейке длиной 2000—3000 мм. Длина шабровки равна длине линейки. Маяк находится примерно на середине шабруемого участка (фиг. 49). Контроль на горизонтальность ведется уровнем, устанавливаемым на плоскость *I*, контроль в поперечном направлении — уровнем, устанавливаемым на угловую призму (см. фиг. 48). Уровень на всей шабруемой длине должен показывать те же отклонения, что и на участке маяка.

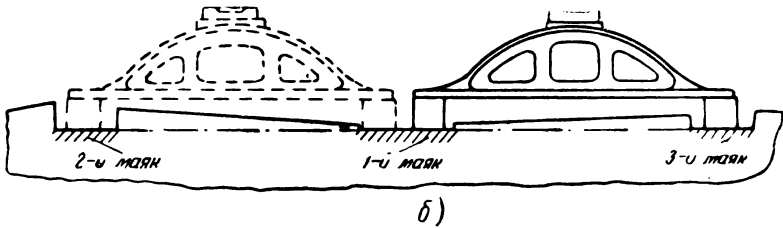
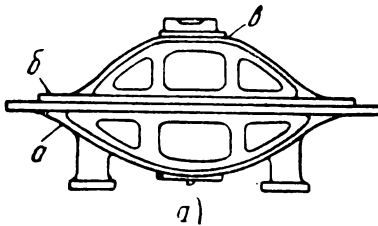
Шабровка ведется до тех пор, пока весь участок на длине, перекрываемой линейкой, станет горизонтальным, и линейка станет равномерно закрашивать контрольный маяк. После этого по вышабренной части плоскости *I* устанавливается оптическая труба и на расстоянии, перекрываемом линейкой, наносится второй маяк (фиг. 50). Шабрить второй маяк можно по угловой призме. Углубление маяка контролируется оптической трубой, а направление плоскости маяка — уровнем. Вышабрив участок второго маяка, легко при помощи линейки и уровня вышабрить участок между первым и вторым маяком. Затем по всей вышабренной длине проверяется установка оптической трубы, а также проверяется вся вышабренная плоскость на прямолинейность. Если необходимо, ее подправляют, после чего можно при помощи трубы нанести еще ряд маяков и вышабрить плоскость *I* на всей длине.

Шабровка плоскостей *II* и *III* производится также по линейке, начиная от первого маяка. Контроль шабровки ведется мостиком задней бабки, уровнем (фиг. 51,а) и оптической трубой. Оптическая труба (фиг. 51,б) настраивается по концам направляющих при помощи марки, укрепленной на мостике задней бабки. Превышение одного конца относительно другого компенсируется на основании графиков состояния направляющих. В исходное положение труба ставится при положении мостика на маяке *I*. При помощи мостика, уровня и оптической трубы вышабривается необходимое количество маяков. Маяки шабруются до тех пор, пока уровень, установленный в поперечном направлении на мостике (фиг. 51,а), покажет тот же уклон, что и на маяке *I* и все плоскости станут равномерно закрашиваться. Смещение мостика в горизонтальной плоскости контролируется оптической трубой. Промежутки между маяками вышабриваются линейкой. Горизонтальность в продольном направлении контролируется уровнем, установленным на призме.

Для улучшения контроля направления маяков в горизонтальной плоскости они должны шабриться по длине на двойную ширину мостика с контролем оптической трубой.

Шабровку длинных направляющих можно вести и без оптической трубы, но для этого у линейки на тыльной стороне необходимо при-

шабрить площадку для установки уровня. Контрольная линейка *a* (фиг. 52,а) устанавливается строго по уровню, на нее кладется рабочая линейка *б* и у нее сначала припиливается, а затем пришабривается площадка *в* по уровню, после чего рабочей линейкой можно пользоваться для нанесения маяков.



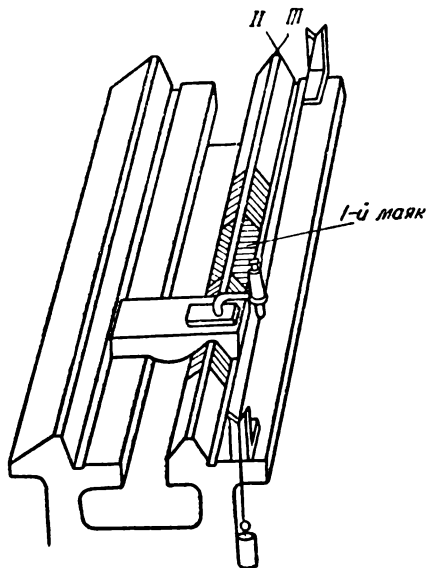
Фиг. 52. Шабривка площадки под уровень на линейке-мостике (а) и нанесение с ее помощью маяков (б).

(фиг. 52,б). Маяки шабруются угловой призмой. В поперечном направлении они должны иметь тот же уклон, что и первый маяк. Углубление маяков контролируется при помощи линейки, укладываемой на маяки с подкладкой калиброванных плиток равной толщины. Первый маяк является контрольным; маяки второй и третий шабруются, пока уровень, уложенный на линейку, станет точно горизонтально. Затем линейкой пришабривается промежуток между маяками 2 и 3. После этого производится контроль пришабренной плоскости на горизонтальность при помощи уровня и на прямолинейность при помощи линейки, уложенной на калиброванные плитки равной толщины. В поперечном направлении контроль производится при помощи уровня, уложенного на угловую призму. После приемки пришабренного участка можно снова наносить по обе его стороны маяки и шабрить их, как указано выше, на полную длину направляющих.

Шабривку направляющих II—III начинают также с первого маяка. При помощи мостика задней бабки и короткой линейки на участке первого маяка пришабривается участок длиной примерно 1000 мм. Контроль производится мостиком и уровнем, установленным на мостике. Уровень в поперечном направлении должен показывать один и тот же уклон по всей длине участка, причем этот уклон

должен быть равен уклону на первом маяке. Мостик должен равномерно красить плоскости *I* и *II—III*. После пришабровки указанного участка по нему настраивается струна и микроскоп (фиг. 53).

Микроскоп может быть заменен микрометром, но при этом нужно иметь в виду, что при замерах длины более 8000 мм получается большой провес струны и точность измерения падает. Струну нужно брать диаметром 0,1 мм, увеличивая диаметр лишь в тех случаях, когда струна рвется при недопустимо больших провесах.



Фиг. 53. Шабровка с помощью струны и микроскопа.

Продолжать шабровку по маякам, как это делалось на плоскости *I*, здесь нельзя, так как мостик не обеспечит точной установки в горизонтальной плоскости, и маяки могут получиться перекошенными в продольном направлении. Здесь лучше шабрить линейкой с перекрытием $\frac{2}{3}$ длины линейки на уже отшабренной поверхности. Контроль вести мостиком по кромке и по струне с микроскопом.

Шабровка направляющих для плота супорта. Основная база — направляющие для задней бабки — должна быть пришабрена и

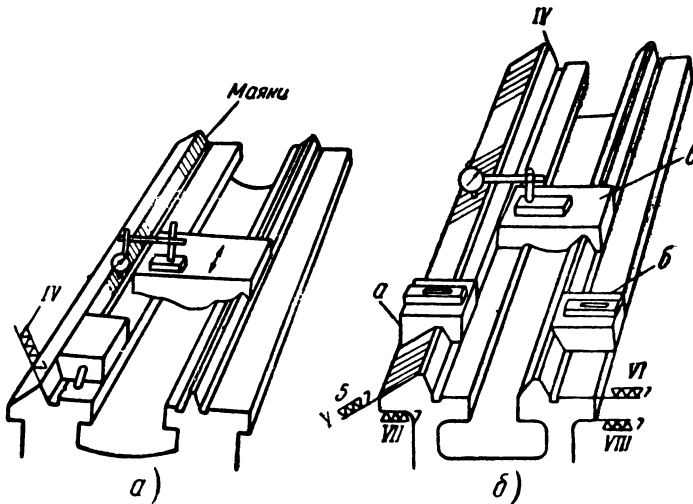
принята с особой тщательностью и точностью, так как все ошибки, допущенные при шабровке этой базы, повторяются на всех остальных направляющих. Если же основная база пришабрена точно, то шабровка остальных поверхностей станины не представит больших трудностей.

Следующей плоскостью для шабровки будет плоскость *IV*. При помощи угловой призмы следует нанести маяки на расстоянии, перекрываемом линейкой. Контроль углубления и направления маяков можно производить индикатором, укрепленным на мостике задней бабки (фиг. 54,а). Первый маяк наносится в наиболее сработанном месте, определенном по графику состояния направляющих. Затем по обе стороны от первого маяка наносят еще по одному маяку и пришабровывают промежутки по линейке. После этого производят контроль всего пришабренного участка по индикатору, укрепленному на мостике задней бабки. Этим способом работу ведут до окончания шабровки на всей длине направляющей *IV*.

Шабровку плоскости *V* (фиг. 54,б) начинают с создания первого маяка при помощи призмы *a* и уровня. Призма *a* предварительно должна быть пришабрена по наименее изношенному участку направ-

ляющей *IV* — *V*. Первый маяк наносится на наиболее изношенном участке плоскостей *IV* и *V*. Пришабривание маяка следует вести до тех пор, пока плоскость *IV* не станет равномерно краситься призмой. Последующие маяки наносятся так, чтобы уровень в поперечном направлении показывал тот же уклон, что и на первом маяке, и чтобы плоскости *IV* и *V* равномерно закрашивались. Углубление маяков контролируется индикатором, укрепленным на мостике задней бабки. Дальнейшая шабровка производится так же, как и шабровка плоскости *IV*.

Шабровку плоскости *VI* ведут по линейке (мостику). Контроль в продольном направлении осуществляют индикатором, укрепленным на мостике задней бабки (фиг. 54,б). Контроль в поперечном



Фиг. 54. Шабровка направляющих:
а — плоскости *IV*; б — плоскости *V*.

направлении ведется уровнем, установленным на угловую призму. Допустимое отклонение равно 0,02 мм на 1000 мм.

Последними из направляющих шабруют нижние плоскости станины *VII* и *VIII*. Плоскость *VII* шабруют по линейке с проверкой параллельности к плоскостям *IV* — *V* индикатором, укрепленным на призме. Плоскость *VIII* шабруют также по линейке, выдерживая по всей длине направляющей одинаковое расстояние от плоскости *VI*. Контроль ведется при помощи микрометра.

Электроискровое упрочнение чугунных направляющих станков. Чугунные направляющие токарных станков при значительной нагрузке и непрерывной работе быстро изнашиваются. По данным эксплуатации одного завода, средний износ направляющих станин токарных станков составляет не менее 0,2—0,3 мм в год.

Такой износ приводит станок к потере точности. Поэтому каж-

дый токарный станок при этой износоустойчивости направляющих станин ежегодно нуждается в капитальной перешабровке направляющих и координатной выверке осей. Эта работа весьма трудоемка, дорога и вызывает значительные простои станков в ремонте. Поэтому вопрос повышения износоустойчивости направляющих существующих станков весьма важен.

Существующие способы повышения твердости, а следовательно, и износоустойчивости чугунных направляющих закалкой токами высокой частоты или газовым пламенем не всегда возможны в условиях ремонта, так как для этого нужны дорогие и громоздкие установки, а также необходимо последующее шлифование, для проведения которого необходимы специальные плоскошлифовальные станки, как правило, отсутствующие в ремонтных цехах.

Большой интерес в связи с этим представляют попытки некоторых заводов по внедрению электроискрового упрочнения чугунных направляющих станков.

Инж. Н. С. Ларионов провел на Ново-Краматорском заводе имени И. В. Сталина (г. Электросталь) следующие опыты по внедрению электроискрового упрочнения направляющих станин токарных станков. Окончательно отделанная направляющая обрабатывается электроискровым аппаратом КЭИ-1 конструкции завода КИНАП. В качестве электрода применяется графит марки ЭГ-2 диаметром 10 мм с заостренным концом.

Н. С. Ларионов рекомендует при обработке применять интенсивные режимы и пользоваться конденсаторами емкостью 80—400 мкф (микрофарад). Обработку вести со скоростью 20—30 сек. на 1 см² площади направляющих. При этих режимах в результате обработки на поверхности направляющей образуется слой цементита глубиной 0,03—0,05 мм. Этот цементированный слой располагается отдельными бугорками или острыми выступами, которые необходимо сгладить.

Для этого он рекомендует поверхность после электроискровой обработки довести чугунными плитами с пастой ГОИ.

Станины станков, подвергшиеся электроискровой обработке, как утверждает Н. С. Ларионов, работают уже больше года и не требуют ремонта; координаты станков не нарушены. До электроискрового упрочнения поверхность станин в течение 3—4 месяцев истиралась на глубину до 0,3—0,4 мм.

Опыты по электроискровой обработке направляющих станков, проведенные на Уралмашзаводе, показывают, что обработка направляющих электродами из углерода не всегда дает положительные результаты.

Обработка на Уралмашзаводе велась также аппаратом КЭИ-1 конструкции завода КИНАП, при емкости 120—200 мкф. Станины, обработанные электродами из углерода, уже через два месяца получили износ больше глубины упрочненного слоя. Поэтому на Уралмашзаводе перешли на упрочнение твердыми сплавами.

Обработка направляющих производилась следующим образом.

Электроискровой обработке подверглись направляющие станин токарных станков, прошедшие шлифование или шабровку. Емкость конденсатора 120—200 мкф, электроды — пластинки твердого сплава, работа производилась одним или двумя аппаратами одновременно.

Электроискровым способом обрабатывались только направляющие станин для супорта, как наиболее изнашивающиеся. После электроупрочнения производилась зачистка направляющих шабером.

Всего в течение 1951—1952 гг. было упрочнено твердым сплавом: направляющие станин 16 токарных станков и несколько откидных досок продольно-строгальных станков.

Проверка износа производилась контрольной линейкой с подкладками на неподлежащие износу части направляющих. Через 14 месяцев трехменной работы износ упрочненных направляющих оказался не более 0,04 мм, тогда как неупрочненные направляющие за этот же период изнашивались не менее, чем на 0,5 мм. Таким образом, упрочненные направляющие в 12,5 раза износоустойчивее, чем неупрочненные.

Приведенный опыт двух заводов показывает, что:

а) электроупрочнение, как способ повышения износоустойчивости чугунных направляющих станков, вполне себя оправдывает и должен широко внедряться в практику ремонтного дела;

б) необходимо провести серьезные исследования с целью выявления наиболее рациональных режимов обработки и состава наиболее пригодных для этой цели электродов;

в) электроупрочнение необходимо распространить на направляющие других типов станков.

6. РЕМОНТ СУПОРТА

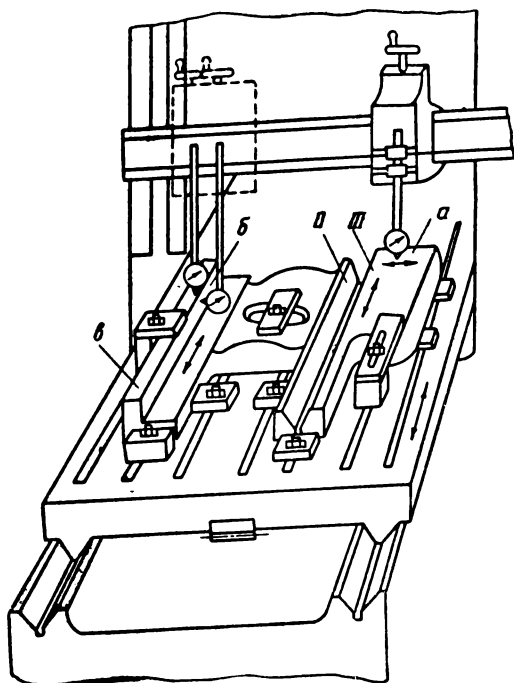
Ремонт супорта начинается с ремонта плота супорта. Плоты супортов часто бывают настолько изношены, что их нужно восстанавливать при помощи накладок. Чтобы установить накладки, необходимо предварительно прострогать плот супорта. При некачественном строгании появляется много излишних пригоночных работ, особенно при пригонке фартука, поэтому настройку при строгании нужно производить очень тщательно.

Плот супорта, установленный на столе строгального станка при помощи подкладок, выверяется по индикатору, укрепленному в супорте станка. Установка выверяется по плоскостям *б* и *в* (фиг. 55) и по привалочной плоскости *а* фартука.

После постановки упоров и крепящих планок еще раз проверяется установка, чтобы убедиться, нет ли перетяжек поверхностей плота. Плоскость *в* не является рабочей, но при первоначальном изготовлении станка она обрабатывалась за одну установку с остальными плоскостями, а поэтому выверка по ней плота в продольном направлении обеспечивает достаточную точность установки. Пло-

скости I—II вследствие большой изношенности для выверки установки не годятся. Стругание должно производиться с таким расчетом, чтобы планки (наделки) получались толщиной не менее 4—5 мм.

Стругание выполняется по разметке. Для разметки плот ставится



Фиг. 55. Стругание направляющих плота супорта.

на вышабренную станину, к нему прикрепляют фартук и устанавливают ходовой валик. На подкладках и клиньях плот выверяется таким образом, чтобы отклонения оси ходового валика были в пределах норм и уровень, установленный на плоту, показывал горизонтальность. После этого на торцах плота от направляющих делают разметку для строгания с учетом толщины наделки. Под фартук подбивают подкладки, плот снимается для строгания, а фартук остается на подкладках. После строгания плот ставится вновь на станину и делают окончательные замеры толщины всех наделок. Величина зазора определяется при помощи мерительных плиток или специального измерительного клина.

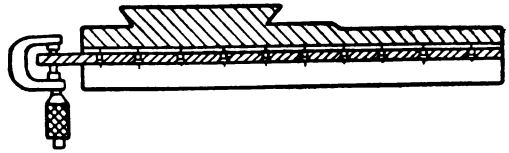
Наделки изготавливают с припуском по длине 10—15 мм и по толщине 0,5 мм на чистовое строгание. Наделки пришабриваются к плоскостям плота и затем ставятся на медные шурупы или заклепки. После сборки наделки строгаются начисто. Стругание контролируется по выступающим концам наделок (фиг. 56). На неточность строгания и на шабровку оставляется припуск 0,1 мм по толщине наделок.

Для крепления наделок сверление и зенкование отверстий для шурупов необходимо делать с большой точностью строго concentрично, иначе наделки не будут плотно прилегать к плоскостям плота и, следовательно, понизится качество работы супорта.

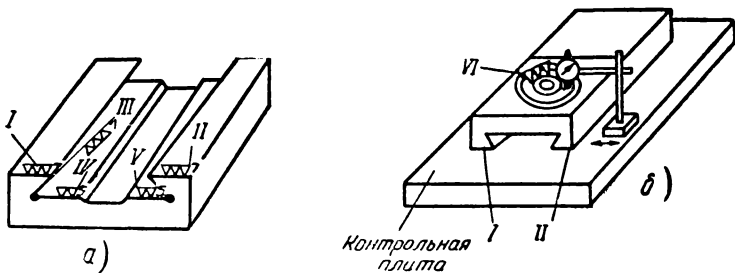
Плот супорта после крепления наделок и прострагивания их шабрится по направляющим станины на краску. Шуп толщиной 0,05 мм не должен проходить между сопрягающимися плоскостями.

Одновременно с шабровкой плота супорта производят шабровку поперечных салазок супорта. Вначале делается шабровка плоскостей *I* и *II* по контрольной плите по краске (фиг. 57, *а*). Затем шабрится плоскость *VI* (фиг. 57, *б*) по плите с проверкой индикатором параллельности плоскости *VI* к плоскости *I—II*. Шабровка выполняется на контрольной плите. Плоскости *III*, *IV* и *V* шабрятся по направляющим супорта.

После шабровки поперечных салазок супорта приступают к шабровке верхних плоскостей плота супорта. Вначале шабрятся плоскости *I—II* (фиг. 58). Плоскости *I—II* шабрятся по трехгранной линейке и по сопрягающимся плоскостям поперечных салазок. Проверка горизонтальности в продольном и поперечном направлении производится уровнем, устанавливаемым на верхнюю плоскость поперечных салазок. Плоскость *III* шабрится по трехгранной линейке с проверкой перпендикулярности к оси шпинделя.



Фиг. 56. Наделки на направляющих плота супорта.



Фиг. 57. Шабровка поперечных салазок супорта:
а — плоскостей *I—II*; *б* — плоскости *VI*.

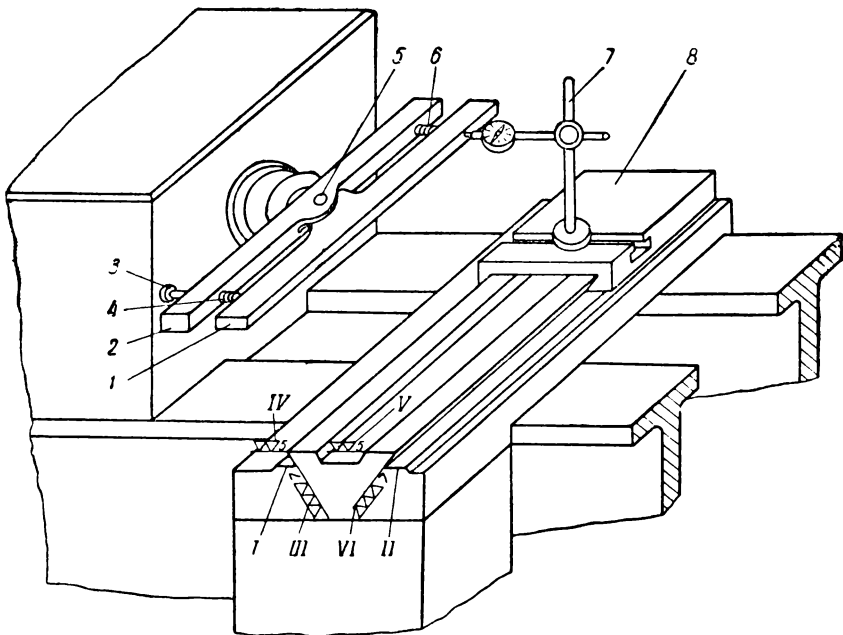
Перпендикулярность плоскости *III* к оси шпинделя можно проверить с помощью специального приспособления очень простой конструкции (фиг. 58).

Приспособление состоит из планки 2, в которой на оси 5 укреплена линейка 1. Концы линейки отжимаются пружинами 4 и 6. Пружина 4 сидит на винте 3, а пружина 6 — на направляющем штифте. К планке 2 приварен конусный хвостовик, которым приспособление (с помощью переходных втулок) крепится в конусе шпинделя станка.

Проверка производится следующим образом. На мостике 8, или на угловой призме, устанавливается стойка 7 с индикатором. Мостик плотно прижимается к плоскости 3, а пуговка индикатора упирается в грань линейки 1. Показание индикатора в этом положении заме-

чается, и шпиндель с закрепленным в нем приспособлением поворачивается на 180° . Затем винтом 3 положение линейки 1 регулируется так, чтобы стрелка индикатора показывала деление, соответствующее половине разности показаний индикатора, бывших при первом и втором положении линейки.

Повторяя этот прием, добиваются такого положения линейки, что при повороте ее на 180° показания индикатора остаются неизменными.



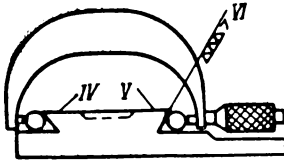
Фиг. 58. Контроль шабровки плоскости III плота супорта.

После установки линейки перпендикулярно к оси шпинделя перемещением мостика с индикатором по ней вдоль плоскости III проверяют перпендикулярность этой плоскости к оси шпинделя.

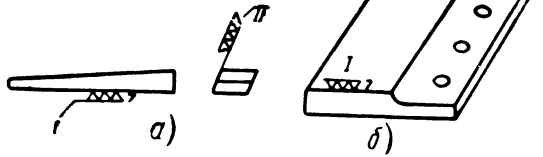
Приспособление можно крепить к шпинделю любым способом. Однако нужно следить, чтобы крепление было достаточно жестким и чтобы контрольная грань линейки находилась (примерно) в вертикальной плоскости.

Проверку перпендикулярности плоскости III к оси шпинделя можно также производить индикатором, укрепленным на выступающем конце оправки шпинделя и по калиброванному валу.

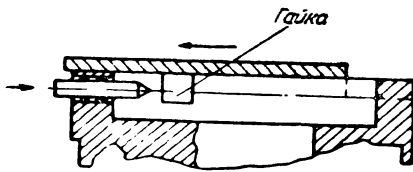
Плоскость VI также шабруется по трехгранной линейке с проверкой параллельности к плоскости III. Допустимое отклонение, равное 0,02 мм на всей длине, проверяется калиброванными валиками и микрометром (фиг. 59). Плоскости IV — V (см. фиг. 58 и 59) зачи-



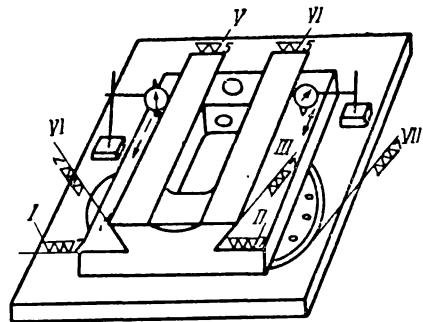
Фиг. 59. Шабровка плоскости VI плота супорта.



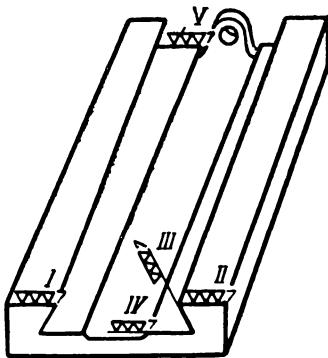
Фиг. 60. Клин поперечных салазок (а) и нижние прижимные планки плота (б).



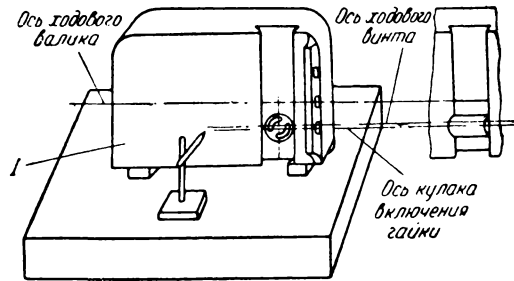
Фиг. 61. Нанесение центра оси гайки поперечных салазок.



Фиг. 62. Поворотные салазки.



Фиг. 63. Верхние резцовые салазки.



Фиг. 64. Выверка положения оси гайки ходового винта в фартуке.

щают и на них наводят «мороз». Одновременно с шабровкой плоскости *III* плота супорта по ней пришабривают сопрягающуюся с ней плоскость поперечных салазок супорта.

У клина поперечных салазок супорта плоскости *I — II* (фиг. 60,а) шабруются по месту и по контрольной плите по краске. Величина зазора между плоскостью клина и плоскостями плота допускается не больше 0,05 мм, при условии плавного перемещения салазок по направляющим плота.

Для окончания ремонта основания плота необходимо пришабрить нижние прижимные планки плота. Плоскость *I* планок (фиг. 60,б) шабрится по плите до тех пор, пока при затянутых крепежных болтах щуп толщиной 0,05 мм не будет проходить между планкой и нижней соприкасающейся плоскостью станины и в то же время супорт будет легко от руки перемещаться вдоль станины.

После пришабровки всех плоскостей плота супорта и поперечных салазок ось гайки поперечных салазок не будет совпадать с осью винта поперечной подачи. Поэтому обычно изготавливается новая гайка. Чтобы обеспечить совпадение осей винта и гайки, необходимо новую гайку, обработанную полностью, за исключением нарезки, установить на место, а в отверстие для подшипника шейки винта поперечной подачи вставить специальный центр, на который надеты сменные кольца с наружным диаметром, равным диаметру отверстия в плоте супорта.

Салазки с зажатой гайкой подводятся как можно ближе к центру (фиг. 61) и ударом по центру на гайке делается углубление, по которому центрируют и нарезают гайку.

Поворотные салазки (фиг. 62) супорта шабруются на контрольной плите. Салазки устанавливаются на три калиброванных плитки, подложенные под круговые направляющие *VII*.

Плоскости *I — II* шабруются по трехгранной линейке по краске с проверкой параллельности к плоскости *VII* индикатором. Плоскости *III* и *IV* также пришабриваются по трехгранной линейке. Взаимная параллельность этих плоскостей контролируется микрометром при помощи калиброванных валиков (см. фиг. 59). Плоскости *IV—V* зачищаются, и на них наводится «мороз».

Плоскости *I, II, III* верхних резцовых салазок (фиг. 63) пришабриваются по сопрягающимся плоскостям поворотных салазок по краске. Плоскости *IV—V* достаточно зачистить и проверить наличие зазора по отношению к соответствующим сопрягающимся плоскостям поворотных салазок. Подгонка клина производится так же, как подгонка клина для поперечных салазок плота.

После подгонки клина резцовые салазки ставятся на поворотные салазки, ставятся винт и гайка и в собранном виде у поворотных салазок шабруются круговые направляющие (плоскость *VII*, см. фиг. 62) по сопрягающей плоскости поперечных салазок. Контроль шабровки производится по выступающей оправке шпинделя индикатором,

укрепленным на резцовых салазках. Резцовые салазки передвигаются на максимальную длину.

Завершением ремонта супорта является ремонт резцедержателя. Опорная плоскость резцедержателя и сопрягающаяся с ней плоскость резцовых салазок подгоняются друг к другу по краске с проверкой зазора щупом. Щуп толщиной 0,04 мм не должен проходить между сопрягаемыми плоскостями.

7. РЕМОНТ ГАЙКИ ХОДОВОГО ВИНТА

Отливку для гайки ходового винта целесообразно делать общую для обеих половинок гайки. Это значительно упрощает обработку гайки, но в то же время несколько усложняет подгонку ее в фартуке по оси винта.

После чистовой обработки наружных поверхностей гайки она пришабривается по гнезду в фартуке и на ней по центру заготовки наносится осевая риска. Фартук устанавливается на плите привалочной плоскостью вниз (фиг. 64).

Рейсмусом на плоскости l наносится риска, соответствующая центру кулачка (фланца) зажима ходовой гайки и после этого гайка устанавливается на место. Осевая риска гайки должна совпадать с риской центра кулачка, вынесенной на плоскость фартука. Гайка зажимается неподвижно в своем гнезде, и фартук устанавливается на станок. Супорт подводится к заднему кронштейну и при помощи специального кернера на торце гайки накернивается точка, которая определяет положение оси ходового винта. Фартук снимается и снова устанавливается на плиту. При помощи рейсмуса по накерненной точке наносится риска оси ходового винта. Керн на гайке дает возможность сделать разметку для нарезки резьбы, а по размерам смещения оси кулачка и оси ходового винта намечаются центры отверстий для штифтов с тем же смещением.

Изготовленная таким способом гайка не дает смещения оси ходового винта при замыкании ее и не требует многократной подгонки припиловкой штифтов по месту.

В том случае, когда корпус гайки остается старым, а заменяется лишь вкладыш, тогда после обработки наружных поверхностей вкладыша его вставляют в корпус гайки и замыкают гайку; затем так же, как и раньше, намечают кернером положение оси ходового винта и по этому керну ведут разметку для расточки и нарезки резьбы.

Если вкладыш уже имеет предварительно просверленное отверстие, то для нанесения керна в отверстие с торца забивается свинцовая пластинка.

8. ХОДОВОЙ ВИНТ

Характер ремонта ходового винта зависит от назначения станка. Если станок предназначен для универсальных работ или для обработки деталей, которые требуют сохранения всей длины нарезки, то изношенный ходовой винт необходимо заменить новым или же нарезать на нем новую резьбу специального профиля.

Если станок предназначен для обработки деталей, которые имеют резьбы длиной, не превышающей длину неизношенной части винта, то винт можно перевернуть на 180° , т. е. поменять положение его концов, проточив его опорные цапфы на новые размеры и заменив вкладыши для опорных цапф.

Если станок работает на определенных, закрепленных за ним деталях, которые имеют длину нарезки значительно короче, чем длина ходового винта, то ходовой винт необходимо заменить новым винтом с укороченной нарезанной частью, которую следует изготовить с большой точностью, закалить и прошлифовать. Замененный ходовой винт надо передать в кладовую запасных деталей.

9. РЕМОНТ ШПИНДЕЛЕЙ И ИХ ПОДШИПНИКОВ

Износ и ремонт шпинделя. Шпиндель — деталь дорогая и трудная в изготовлении, поэтому шпиндель менять следует только в исключительных случаях, особенно у крупных станков. У шпинделей чаще изнашиваются шейки, концевые отверстия, места под шарико- и роликоподшипники, резьба и шпоночные пазы.

Шейки. Износ шеек во многом зависит от их качества. Если шейки сырые, то износ может быть очень значительным, могут быть большие задиры по окружности. Если конструкция позволяет, шейку нужно проточить, прошлифовать и отполировать пастой ГОИ или жимками с мелким наждачным полотном, обильно смачивая при этом шейки маслом.

Если нет шлифовальных станков, то шейки следует чисто обработать широким пружинящим резцом на токарном станке, снимая очень тонкую стружку, а потом отполировать до зеркального блеска.

Если уменьшить диаметр шейки нельзя, надо проверить, нельзя ли проточить ее и надеть на нее с горячей посадкой втулку из соответствующей стали. Если же и этого сделать нельзя, то шпиндель нужно заменить новым.

При каленых или азотированных шейках глубоких задиrow не бывает. Обычно бывают риски и равномерный или неравномерный износ. В этих случаях шейки нужно шлифовать и полировать до зеркального блеска, но перед полировкой необходимо проверить, не снят ли твердый слой весь или частями. Проверку можно произвести пробой мелким напильником. Если шейка мягкая, ее следует нахромировать тонким слоем (до $0,01$ — $0,03$ мм хрома). Более толстый слой можно накладывать только при условии наличия на заводе хорошо отработанных технологических процессов хромирования, гарантирующих высокое качество. Если сталь шпинделя поддается закалке, шейки можно закалить токами высокой частоты. При невозможности повысить твердость шеек, вопрос о замене или пуске шпинделя в работу нужно решать в зависимости от условий работы станка.

Конус для центра или инструмента по небрежности рабочих часто забивается и теряет свою правильную форму. Происходит это

также и от провертывания хвостовика инструмента или оправки. Проверить правильность конуса можно по калибру. Для этого нужно конус предварительно зачистить от забоин и шлифовать наждачным полотном, а затем хорошо протереть, нанести на калибр вдоль образующих конуса три-четыре линии мелом, вставить калибр в конус шпинделя и осторожно несколько раз повернуть его. По тому, как будут стираться меловые черты на калибре, можно судить о правильности формы конуса шпинделя.

Если конус требуется шлифовать, то лучше всего это делать на самом станке переносным шлифовальным приспособлением или в крайнем случае шабером вручную по калибру. Если же потребуются расточка конуса, то лучше растачивать под переходную втулку, у которой внутренний конус сделать стандартным, чтобы он годился для нормальных центров и оправок.

Посадочные места под шарико- и роликоподшипники часто ослабевают. Лучший способ исправления — хромировать или металлизировать эти места на необходимую толщину. Если позволяет конструкция, можно обточить шейку и в горячем состоянии насаживать стальное кольцо с припуском по наружному диаметру для зачистки и шлифования. При большом припуске на обработку крепление кольца с тонкими стенками может ослабеть, поэтому большой припуск на обработку давать не следует и кольцо делать толщиной не менее 4—6 мм в зависимости от диаметра шейки.

Резьба конца шпинделя обычно забивается или изнашивается. Резьбу для упорных колец и других мало ответственных и легко заменяемых деталей следует прорезать, а сопрягающиеся детали сделать новые с резьбой по месту. Резьбу можно сточить, а шейку наварить и затем нарезать новую резьбу. Наварку делать лишь тогда, когда известен материал шпинделя и после предварительной консультации с опытным сварщиком. Резьбу конца шпинделя для навинчивания патрона также можно прорезать, если она может быть нестандартной. Если же резьба должна быть стандартной, шпиндель нужно заменять. Заварку производить не рекомендуется, так как редко удастся получить хорошую поверхность резьбы, вследствие чего она быстро портится и заедает при свинчивании патрона.

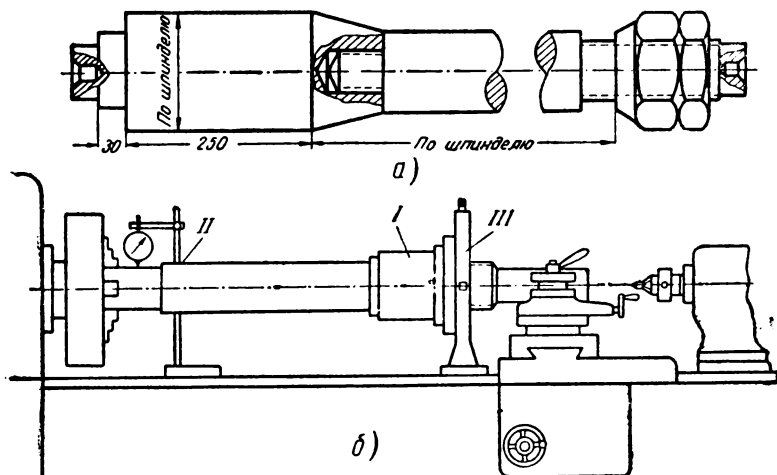
Шпоночные пазы на шпинделе обычно разбиваются. Самый простой способ исправления — расфрезеровать больший паз и пригнать нестандартную шпонку. В тех случаях, когда шпоночный паз не требует расположения обязательно на старом месте, можно делать новый паз на новом месте, по окружности шейки.

Обработка шпинделя как при ремонте, так и при изготовлении нового, — операция очень ответственная и сложная. Выверка шпинделя и его окончательная пригонка обычно проходит с большими затруднениями и большей частью тогда, когда станок уже совсем собран. Чтобы избежать этих затруднений, можно рекомендовать следующий метод обработки шпинделя.

Ремонтируемый шпиндель надевается на оправку со штривелем

(фиг. 65,а). Оправка имеет конус несколько круче, чем конус шпинделя. Конус шпинделя перед надеванием на оправку не растачивается, зачищаются лишь грубые неровности. Конец оправки выступает из конуса шпинделя на 250—300 мм.

Оправка с надетым на нее шпинделем центрируется на токарном станке (фиг. 65,б). Выверка в патроне и люнете производится по пояску для центровки патрона (поверхность III) и по шейке II с точностью, если позволяет состояние поверхностей, до 0,01 мм. Если пояска для центрирования патрона испорчен, то выверка производится по поверхности I.



Фиг. 65. Оправка со штрелем (а) и ее центрирование на токарном станке (б).

После того, как оправка расцентрирована, шейки и выступающий конец оправки протачиваются в центрах токарного станка, а затем шлифуются в центрах круглошлифовального станка. Поясок для направления патрона также шлифуется. Если при шлифовании приходится снимать несколько сотых миллиметра с гребешков резьбы, то это не имеет практического значения.

Новый шпиндель после рассверловки внутреннего отверстия и расточки начерно конуса также насаживается на указанную оправку. Оправка остается в шпинделе до самой последней операции сборки и выверки станка. Ее выступающий, шлифованный за одну установку с шейками шпинделя конец служит вместо контрольной оправки для всех выверок оси шпинделя и других узлов станка. Эта оправка дает возможность упростить одну из самых сложных в ремонтных условиях работу по ремонту или изготовлению нового шпинделя.

После выверки станка оправка удаляется и растачивается конус шпинделя. Расточка и доводка конуса производится на самом станке своим супортом при помощи резца или шлифовального приспособления.

Если шпиндель обрабатывается окончательно и сдается на склад как запасная часть, то доводку (шлифование) конуса его следует вести в специальном приспособлении с базированием на рабочие шейки шпинделя.

В этом случае проверка станка производится по контрольной калиброванной оправке, вставленной в конус шпинделя. Сведение же осей шпинделей передней и задней бабок, как сказано раньше, производится за счет расточки отверстия под шпиндель задней бабки.

Подшипники. Шарико-роликподшипники, как правило, ремонтировать самим не следует, так как хорошего качества ремонта в условиях ремонтного цеха достичь нельзя. При поломке отдельных шариков и при неиспорченных поверхностях колец шарики нужно заменить новыми, но при более или менее продолжительной работе колец (до поломки) нужно менять все шарики, независимо от того, сколько их сломалось.

Упорные шарикоподшипники, если почему-либо нельзя поставить новые, в виде крайнего исключения можно ремонтировать или заменять самодельными. При этом рекомендуется с канавкой ставить только одно кольцо, а второе ставить плоское с хорошо шлифованной поверхностью.

Подшипники скольжения обычно изготавливаются так, чтобы можно было регулировать зазоры по мере износа подшипников. Ремонт обычно сводится к уменьшению натяга и к пришабровке.

Подшипник с конусной разрезной втулкой (см. фиг. 35) подтягивается, а внутреннее отверстие пришабровывается по шейке шпинделя. Подтягивание можно вести не более чем на 1—2 мм, дальше втулка начинает плохо прилегать к гильзе и станок начинает «рубить». Необходимо наружную поверхность втулки пригнать по краске к поверхности гильзы, тогда можно будет снова производить подтягивание и шабровку втулки, пока хватит нарезки.

Крупные станки обычно имеют разъемные подшипники с двумя бронзовыми полувкладышами или с чугунными, залитыми баббитом. Бронзовые вкладыши ремонтируются уменьшением натяга и шабровкой по шейкам на краску. Здесь тоже нужно следить за тем, чтобы полувкладыши сидели плотно в своих гнездах. Полувкладыши при разрезке часто коробятся, а поэтому перед окончательной обработкой внутреннего отверстия их нужно пригнать по краске к гнездам корпуса и крышки подшипников, а затем уже спаивать для окончательной обработки внутреннего отверстия. Нужно также следить, чтобы смазочные канавки не доходили на 5—6 мм до торца вкладышей.

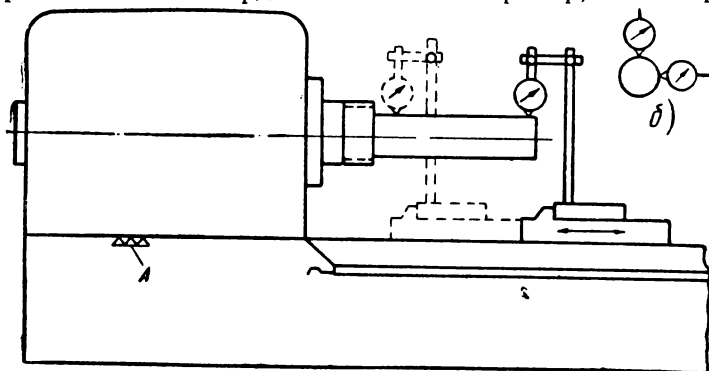
Чугунные полувкладыши перед заливкой баббитом обязательно лудятся оловом. После заливки баббитом нужно тщательно проверить плотность прилегания баббита. Делается это простукиванием металлическим предметом по всей поверхности слоя баббита. В местах хорошего прилегания баббита звук будет звонкий, а в местах

отставания — глухой, дребезжащий. Если мест плохого прилегания много или они занимают отдельные большие участки, то полувкладыш нужно перезалить, так как баббит при работе подшипника быстро выкрошится по всей поверхности или растрескается.

Шабровка коробки передней бабки и подшипников шпинделя.

По произведенным перед разборкой станка проверкам положения оси шпинделя (проверка вторая, см. фиг. 41) определяется, за счет чего будет производиться основная выверка оси шпинделя на параллельность к направляющим станины: за счет шабровки подшипников шпинделя или за счет шабровки основания передней бабки.

При выборе объектов шабровки надо иметь в виду восстановление первоначальных координат станка. Например, если нарушение



а)

Фиг. 66. Выверка оси шпинделя.

положения оси шпинделя получалось из-за износа подшипников, то нужно выправить оси подшипников, стараясь не изменять основания бабки. Или, если причиной перекоса оси шпинделя является неправильность положения основания передней бабки, то ремонт надо вести за счет исправления основания передней бабки. В первом случае нужно произвести шабровку опорной плоскости А передней бабки (фиг. 66,а) по сопрягающейся плоскости станины на краску, с проверкой щупом зазора между ними. Щуп толщиной 0,05 мм не должен проходить между сопрягающимися плоскостями.

После пришабровки основания коробки выполняется шабровка подшипников шпинделя по сопрягающимся шейкам шпинделя на краску с одновременной проверкой параллельности оси шпинделя к направляющим для задней бабки. Проверка ведется в горизонтальной и вертикальной плоскости индикатором, установленным на мостик задней бабки. В процессе выверки мостик задней бабки передвигается на длину оправки.

Во втором случае подшипники шпинделя шабруются без проверки положения оси шпинделя. Правильное положение ее получается за счет шабровки основания коробки по сопрягающимся плоскостям

станины. Метод контроля положения оси шпинделя тот же, что и в предыдущем случае (фиг. 66,б).

Расточка конуса шпинделя. Расточка конуса шпинделя производится на самом станке. Прежде чем растачивать конус, необходимо обкатать подшипники шпинделя, подтянуть их, проверить положение оси шпинделя и его биение. Убедившись, что все проверки шпинделя и супорта удовлетворяют нормам точности, можно убрать из шпинделя выступающую оправку и приступить к расточке конуса. Для этого необходимо установить резец по высоте точно по центру шпинделя, настроить резцовые салазки под угол, соответствующий углу конуса шпинделя; смазать поверхность конуса скипидаром и расточить конус под ближайший нормальный калибр. После расточки поверхность конуса следует отполировать мелким наждачным полотном и тщательно протереть чистой тряпкой.

Если имеется шлифовальное приспособление, то вместо полировки наждачным полотном лучше произвести шлифование конуса. Конус проверяется нормальной калиброванной пробкой по краске или по мелу. Проверку на биение производят при помощи контрольной оправки, вставленной в конусное отверстие шпинделя. При этом способе расточки конуса его биения не должно быть. Если же оправка имеет биение, то нужно прежде всего проверить оправку и лишь потом уже искать причину биения в неточности шпинделя или его подшипников.

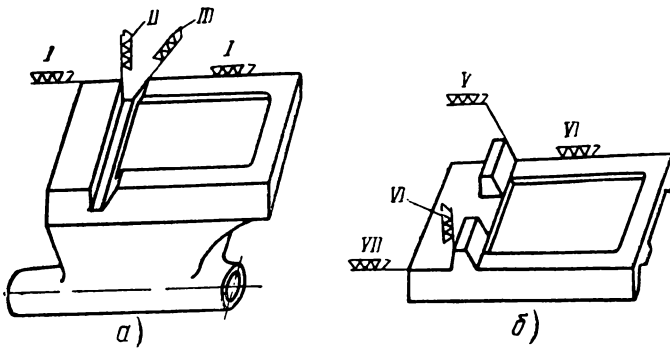
10. РЕМОНТ ЗАДНЕЙ БАБКИ

В тех случаях, когда отверстие под шпиндель задней бабки растачивается, шабровка плоскостей *I, II, III* (фиг. 67,а) корпуса задней бабки и плоскостей *IV, V, VI* и *VII* (фиг. 67,б) мостика задней бабки производится друг по другу.

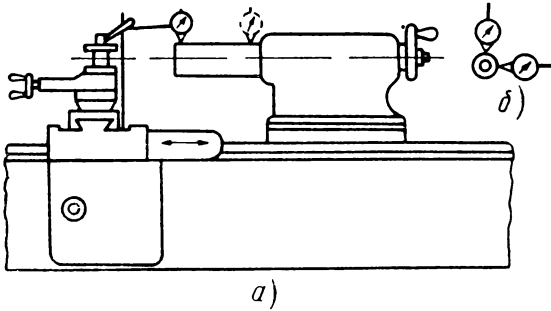
Если отверстие для шпинделя не растачивается, то вначале пришабривается плоскость *VI*. Шабровка производится по прямоугольной линейке с проверкой перпендикулярности плоскости *VI* к направляющим станины. Для этого индикатор укрепляется в резцедержателе и поперечным салазкам супорта сообщается движение вдоль плоскости *VI*. Затем на контрольной плите по краске шабруется плоскость *I* корпуса задней бабки, после чего по сопрягающимся плоскостям *I* и *III* корпуса задней бабки пришабриваются по краске плоскости *IV, V* и *VII* мостика задней бабки. Контроль шабровки производится по выдвинутому шпинделю (фиг. 68,а и б). Допустимые отклонения на всю длину или ширину мостика — 0,02 мм.

Одновременно производится периодический контроль высоты центра задней бабки относительно центра передней бабки. Если оказывается необходимым поднять ось задней бабки, то применяют металлизацию или наплавку медью плоскостей *IV, V* и *VII* (см. фиг. 67) мостика задней бабки или, в крайнем случае, ставят наделки.

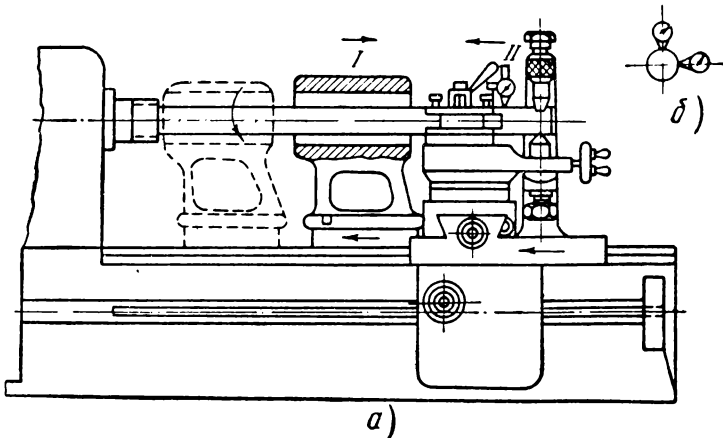
Расточка отверстия под шпиндель задней бабки производится, как показано на фиг. 69,а. Поверхность борштанги должна быть чисто обработана (желательно шлифованная) и иметь конусность



Фиг. 67. Корпус (а) и мостик (б) задней бабки.



Фиг. 68. Проверка шабровки плоскостей у задней бабки.



Фиг. 69. Расточка отверстия под шпиндель задней бабки.

на всей длине не более 0,03 мм. Чтобы при расточке ось шпинделя не оказалась ниже, чем центр передней бабки, необходимо перед расточкой подложить под переднюю бабку подкладки из фольги толщиной около 0,1 мм. Подкладки ставятся так, чтобы не перекосить ось шпинделя передней бабки.

Установленная в конце шпинделя борштанга затягивается штрелем, который проходит через шпиндель. Цилиндрический конец борштанги поддерживается люнетом. Параллельность борштанги к направляющим станины проверяют при помощи индикатора, зажатого в резцедержателе. Проверку проводят в горизонтальной и вертикальной плоскости (фиг. 69,б). Кроме того, борштангу проверяют на биение в точках I и II. Во время проверки на биение бабку передвигают в положение, показанное пунктиром (см. фиг. 69,а), чтобы можно было передвигать супорт по направляющим.

После выверки борштанги бабку передвигают в исходное положение устанавливают резец и растачивают отверстие для шпинделя. Во избежание вибрации резца при работе на заднюю бабку подвешивают грузы. После проверки расточенного отверстия на конусность и эллиптичность отверстие шлифуют при помощи наждачного полотна, зажатого на деревянной оправке, вставленной в шпиндель станка.

Подача при расточке осуществляется при помощи супорта станка, который двигает заднюю бабку на резец. В том случае, когда бабка имеет с заднего торца выточку под фланец, при расточке отверстия под шпиндель нужно расточить и выточку. При этом подача направлена от передней бабки, и для передвижения заднюю бабку нужно крепить к супорту.

При расточке отверстия для шпинделя можно иногда сохранить старый шпиндель, вставив в отверстие бабки втулки, но чаще шпиндель приходится заменять, так как втулки не всегда можно ставить по конструктивным соображениям и из-за опасения ослабить бабку. При замене шпинделя нет смысла снимать в бабке расточкой стружку большей толщины, чем требуется для придания отверстию правильной геометрической формы. Поэтому новый шпиндель заготавливается с припуском по наружному диаметру 2—3 мм на сторону. Внутренние диаметры шпинделя растачиваются по чистовым размерам, и в отверстия вставляются пробки. После расточки задней бабки производится точный замер расточенного отверстия и после этого шпиндель обрабатывается с припуском под шлифование. Шлифуется шпиндель в размер, но с одновременным контролем по месту. Установив шпиндель на место, необходимо сверить центры передней и задней бабок и путем поворота шпинделя вокруг своей оси добиться максимального совпадения осей центров передней и задней бабок. В этом положении производится разметка шпоночной канавки на шпинделе для последующей ее фрезеровки.

Окончательная обработка конусного отверстия шпинделя производится конусной разверткой, закрепленной в шпинделе передней бабки.

11. РЕМОНТ СТУПЕНЧАТО-ШКИВНОЙ ПЕРЕДАЧИ

Во время работы с перебором ступенчатый шкив шпинделя вращается со значительным числом оборотов, смазка же его втулок неудовлетворительна, так как осуществляется через отверстия в шкиве, закрываемые пробками на нарезке. Поэтому втулки шкива быстро изнашиваются и подлежат замене. После запрессовки новых втулок их расшабривают по шейкам шпинделя, так как при посадке в гнезде они сжимаются по диаметру. Для предохранения от вращения втулки с торца застопоривают шурупом. Шуруп при ремонте выгоднее ставить в новом месте, чем приспособливать его по старому гнезду. Шейки шпинделя шлифуются или полируются.

Во фланце 3 (см. фиг. 38) обычно разбирается отверстие глазка. Глазок нужно выпрессовывать, а если конструкцией станка он не предусмотрен, расточить гнездо для глазка и поставить его. При изготовлении глазка необходимо предусмотреть возможность его выпрессовки при ремонтах. Центр отверстия для глазка намечается керном через отверстие в шестерне. Для этого фланец и шестерню нужно посадить на шпиндель. Штифт защелки обычно при ремонтах приходится менять. Шестерни перебора изнашиваются мало, но некоторые зубья часто имеют дефекты от попадания стружки и т. п. Нужно проверить все зубья и, где следует, подправить и зачистить.

Наибольший износ получают зубья шестерен трензеля и фиксатор его рукоятки. Шестерни и штифт фиксатора следует менять, а сектор с пазами, если он сделан заодно с коробкой, лучше срубить и спилить, а затем изготовить стальной съемный сектор, укрепленный на винтах. Фиксатор 17 рукоятки 6 (см. фиг. 38) обычно требует только замены пружины. Валик перебора 8 и его втулки обычно изнашиваются незначительно и замена их не требуется.

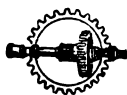
После запрессовки в ступенчатый шкив фланца шкив должен быть хорошо отбалансирован и не иметь биения, поэтому обработку фланца и шкива следует делать кругом, в том числе и по внутренней поверхности полости шкива. Внутреннюю полость следует окрасить масляной краской. Окончательную балансировку шкива следует делать в собранном с фланцем виде за счет засверловки отверстий во фланце 3.

Балансировку вести до тех пор, пока шкив на балансировочном приспособлении перестанет вращаться вокруг своей оси при любой установке, т. е. пока не будет достигнуто равновесие его относительно этой оси.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего проверяется станок перед разборкой его в ремонт?
2. Какие проверки делаются у токарного станка?
3. Как и с какой целью составляется график состояния направляющих станин?
4. Какие существуют методы ремонта направляющих станин?

5. В чем заключается сущность шабровки направляющих по маякам и как она производится?
6. Какие инструменты применяются при шабровке направляющих?
7. Как производится электроискровое упрочнение чугунных направляющих?
8. Как устанавливаются и строгаются наделки на направляющих плота супорта?
9. Какие инструменты применяются при ремонте направляющих супорта?
10. Какие методы ремонта ходовых винтов применяются в зависимости от их назначения?
11. Как выверяется положение оси шпинделя на параллельность и на перпендикулярность?
12. Как растачивается отверстие для шпинделя задней бабки?





ГЛАВА XI

СУПОРТЫ РЕВОЛЬВЕРНЫХ СТАНКОВ

1. ТИПЫ СУПОРТОВ

Револьверный станок обычно имеет два супорта: поперечный и супорт револьверной головки. Поперечный супорт мало отличается по конструкции и способам ремонта от обычных супортов токарных станков. Супорт же револьверной головки имеет существенные отличия от супортов токарных станков.

На револьверном супорте у револьверных станков вместо резцедержателя ставится револьверная головка, имеющая обычно только продольный самоход.

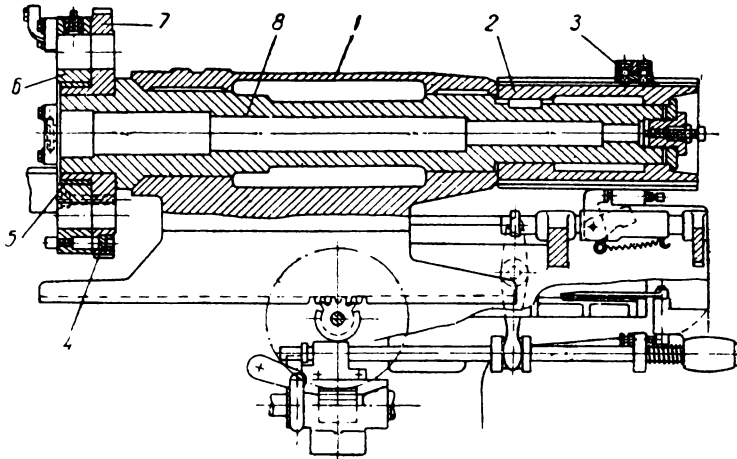
Револьверные головки разделяются на два основных типа: головки с вертикальной осью вращения и головки с горизонтальной осью вращения. Станки, имеющие головки с вертикальной осью вращения, почти всегда снабжаются поперечным супортом, а станки, имеющие головки с горизонтальной осью вращения, обычно поперечным супортом не снабжены. Но если станок предназначен для многооперационной работы и число отверстий револьверной головки недостаточно для требуемого количества инструментов, то наряду с револьверной головкой, независимо от расположения оси ее вращения, станок должен иметь поперечный супорт.

2. КОНСТРУКЦИЯ РЕВОЛЬВЕРНОЙ ГОЛОВКИ С ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОСЬЮ

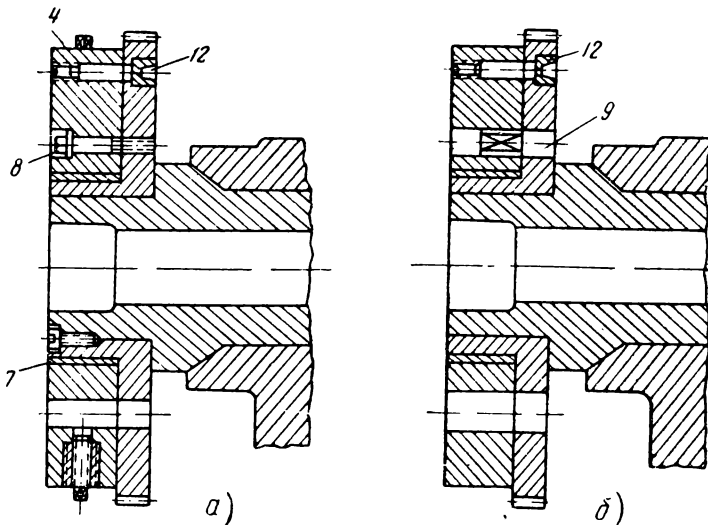
В револьверных салазках 1 (фиг. 70) на двух подшипниках уложена шлифованная ось головки. При помощи двойного конуса положение ее точно фиксируется. Несущая ось 8 имеет на переднем конце особый зубчатый венец 7 с хвостовой частью для посадки сменной револьверной головки 6. На заднем конце оси помещен барабан 2 для постановки упоров 3.

Выбитые номера на отдельных штифтах или упорах согласованы с соответствующими номерами отверстий для инструмента в револьверной головке. Во избежание закусывания сменной револьверной головки 6 на центрирующей части зубчатого фланца 7 между ним и сменной револьверной головкой, установлено чугунное кольцо 5.

Крепление сменной револьверной головки 1 к зубчатому венцу 2 производится тремя болтами 3 (фиг. 71,а), причем точное положение головки по отношению к оси шпинделя станка фиксируется центрирующей шпилькой 5 (фиг. 71,б).



Фиг. 70. Револьверная головка с горизонтальной осью вращения.

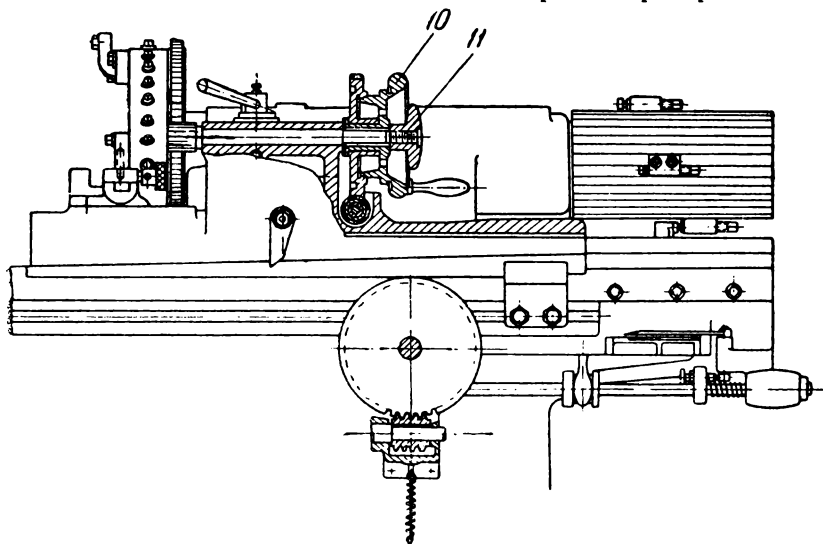


Фиг. 71. Крепление револьверной головки к зубчатому венцу (а) и ее фиксирование относительно зубчатого венца (б).

Отверстия для инструмента в сменной револьверной головке имеют различные диаметры, чтобы можно было вставлять как слабые, так и мощные инструменты и оправки.

3. ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА РЕВОЛЬВЕРНОЙ ГОЛОВКИ С ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОСЬЮ

Основная трудность ремонта револьверной головки с горизонтальной осью вращения заключается в соблюдении требования, чтобы оси отверстий для инструмента в каждой позиции точно совпадали с осью шпинделя станка; отклонения допускаются в пределах 0,01—0,02 мм. Наиболее простой и проверенный на опыте способ выполнить это требование — делать окончательную расточку отверстий для инструмента резцом, вставленным в шпиндель самого станка после того, как станок окончательно собран и проверен.



Фиг. 72. Общий вид револьверной головки с горизонтальной осью вращения.

Перед расточкой необходимо отрегулировать и насколько возможно подтянуть все клинья и подшипники. Вылет оправки для резца, а также подачу и сечение стружки нужно выбирать минимальные. Полезно также положить груз на револьверные салазки.

Прежде чем делать расточку отверстия, надо проверить наличие набора инструментов, державок, зажимных втулок, сменных головок, чтобы отверстия с новыми диаметрами позволяли применять имеющиеся у станка инструменты и приспособления. Если отверстия расточены на большие диаметры, чем требуется, то в них следует запрессовать втулки. Если же запрессовка втулок невозможна, то изготавливают новую головку. Отверстия для инструмента растачиваются предварительно с припуском 0,5—2,0 мм на диаметр.

Расточка отверстий удастся хорошо только тогда, когда фиксатор поворота головки и его глазок 4 (см. фиг. 70 и 71,б) пригнаны точно и надежно фиксируют головку в каждой позиции. Убедиться в этом

можно при помощи индикатора, вращая маховичок 1 (при выключенном фрикционе) путем поворота звездочки 2 (фиг. 72) в ту и другую сторону. Если размах колебаний индикатора больше 0,01—0,02 мм, то, следовательно, фиксатор пригнан плохо, и тогда после окончательной расточки отверстий одно и то же отверстие при вращении головки в одну сторону будет показывать одно отклонение, а при вращении в другую — другое и чаще всего — недопустимое.

Пригонка фиксатора — наиболее кропотливая и трудная работа при ремонте револьверной головки. Поэтому заменять зубчатый фланец новым следует только тогда, когда в этом имеется действительная необходимость. Если возможен ремонт венца, хотя бы и сложный, — лучше сделать этот ремонт, оставляя нетронутым гнезда для фиксирующих глазков.

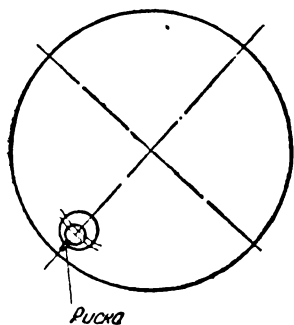
При изготовлении нового зубчатого фланца необходимо учесть наличие сменных головок, которые должны насаживаться на фланец с точным расположением осей отверстий для инструмента, а при расточке гнезда под глазки необходимо добиться, чтобы все их оси находились на одной окружности и шаг между ними был одинаковым. Отклонения, как сказано раньше, допускаются в пределах 0,01—0,02 мм.

В случае необходимости сохранить взаимозаменяемость сменных головок, выполнить эти требования, не имея специальных кондукторов трудно, но можно. Работу можно несколько облегчить, растачивая отверстия под глазки с помощью точной делительной головки, на которую устанавливают венец, точно выверив его по отверстию под ось револьверной головки и по торцу.

Этот способ не гарантирует точность размера диаметра окружности, на которой расположены оси гнезд глазков, но он гарантирует с достаточной степенью точности расположение их на одной окружности и получение шага по окружности между ними в пределах допуска.

Чтобы компенсировать неточность диаметра окружности, на которой расположены оси глазков, внутренний диаметр глазков нужно делать эксцентрично относительно наружного диаметра. Эксцентриситет берут 0,5—1,0 мм в зависимости от предполагаемой неточности. Ось смещенных окружностей глазков надо отметить рискуй на тонком участке торца глазка (фиг. 73), а у гнезда глазка дать риску направления радиуса, проходящего из центра зубчатого фланца через центр гнезда глазка.

Фиг. 73. Схема пригонки фиксирующего глазка.



Предварительно в гнездо вставляют сырой с центрально расположенным внутренним отверстием глазок и с помощью его определяют по краске и индикатору точность фиксирования, как описано

выше. Этим способом определяют, в какую сторону имеется отклонение и примерно его величину. Затем вставляют также пробный, но эксцентричный глазок и вращением его в гнезде добиваются точного фиксирования. Делают метку положения риски глазка на окружности гнезда. Таким образом, на окружности гнезда глазка имеются две риски: одна — радиуса из центра зубчатого фланца, другая — положения оси смещения окружностей глазка.

По этим рискам, как по координатам, все остальные глазки устанавливаются в совершенно одинаковом относительно друг друга положении. Чтобы в сменной револьверной головке увязать положение фиксатора с точным расположением в простроне осей отверстий для инструмента, надо до сверления отверстия для контрольной шпильки 5 (см. фиг. 71,б) поставить зубчатый фланец и сменную головку на свое место, включить фиксатор и зажать фрикцион 1 (см. фиг. 72). После этого, ослабив крепления, точно выверить совпадение оси шпинделя станка с осью противоположного отверстия для инструмента револьверной головки и закрепить ее болтами. Затем головку вместе с зубчатым фланцем можно снять и закончить обработку фланца.

В первую очередь растачивают отверстие для контрольной шпильки 5, пользуясь головкой как кондуктором, и вставляют контрольную шпильку. После этого можно растачивать в зубчатом фланце отверстие для инструмента, используя головку в качестве контрольного кондуктора. Окончательную обработку отверстий для инструмента лучше делать в собранном виде на самом станке.

Если точной делительной головки не имеется или почему-либо на ней нельзя произвести обработку зубчатого фланца, то лучше всего использовать старый фланец в качестве кондуктора. В этом случае каждый глазок придется доводить индивидуально. Гнезда под глазки нужно обрабатывать очень чисто, чтобы они выдержали несколько пробных посадок глазков. Наружный диаметр пробных глазков нужно делать с посадкой средней между напряженной и скользящей второго класса точности и ставить их, смазав маслом.

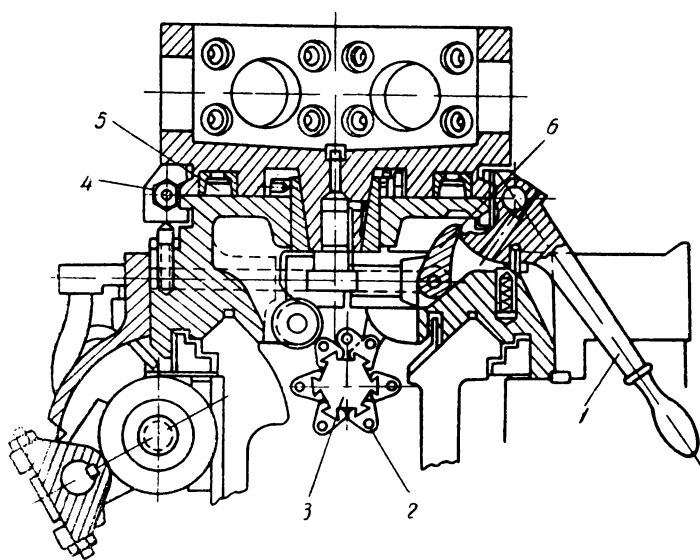
4. КОНСТРУКЦИЯ РЕВОЛЬВЕРНОЙ ГОЛОВКИ С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ

Для этого типа головок типичной является конструкция револьверной головки токарно-револьверного станка 137 завода имени Орджоникидзе (фиг. 74). Эта головка имеет шесть граней и шесть отверстий для инструмента. Инструмент крепится в отверстиях и на вертикальных гранях головки при помощи болтов, для которых на каждой грани предусмотрено по четыре отверстия с нарезкой. Чтобы можно было точно установить инструмент, оси отверстий для инструмента должны точно совпадать с осью шпинделя станка, а боковые грани должны быть перпендикулярны ей.

Рассматриваемая револьверная головка может поворачиваться только от руки, для этого необходимо вначале опустить рычаг 1

вниз. Рычаг 1 поворачивает винт, имеющий на обоих концах двухходовые правую и левую резьбы, вследствие чего раздвигаются две половинки зажимного хомута, который освобождает револьверную головку. При опускании рычага 1 еще ниже он своим язычком поворачивает рычаг 6, который вытягивает пружинный фиксатор из глазка 5.

После поворота револьверной головки в следующее рабочее положение рычаг 1 немного приподнимается и фиксатор под действием пружины заскакивает в следующий глазок, а поднимая рычаг 1 еще выше, зажимают хомут 4 и закрепляют головку в рабочем положении.



Фиг. 74. Револьверная головка с вертикальной осью вращения.

Включение рабочего перемещения продольного хода салазок револьверной головки производится при помощи семи упоров: шесть для инструмента и один для материала. Они расположены на вращающемся шлицевом валу 3. Вал упоров получает вращение от револьверной головки через три винтовых и три прямозубых шестерни с передаточным отношением, равным единице.

Автоматическое выключение подачи револьверной головки происходит следующим образом. Салазки головки перемещаются до тех пор, пока они не упрутся своим кронштейном в упор 2 на шлицевом валу. Кронштейн при помощи рычажного механизма выключает фрикционную муфту продольной подачи.

5. ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА РЕВОЛЬВЕРНОЙ ГОЛОВКИ С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ

Основная особенность ремонта этой головки заключается в том, что при износе салазок оси отверстий для инструмента не совпадают с осью шпинделя станка, и этот износ ничем не компенсируется. Изношенные салазки приходится восстанавливать металлизацией или наделками, или же постановкой эксцентриковых втулок в отверстия для инструментов. Пригонку боковых граней перпендикулярно оси шпинделя станка лучше всего производить после окончательной сборки и проверки станка. Для контроля пригонки следует резцом, зажатым в патрон станка, сделать на каждой боковой грани риску в виде окружности, сняв минимальный слой металла, достаточный лишь для того, чтобы окружность получалась замкнутой. После этого снять головку и пригнать грани припиловкой и шабровкой по плите, базируясь по сделанной риске.

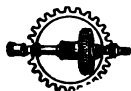
Пригонка фиксатора у этой головки ничем не отличается от пригонки его у головки с горизонтальной осью, описанной выше.

Круглые фиксаторы и глазки должны изготавливаться из лучшей инструментальной стали и закаливаться до твердости 60—65 *Rc*. Это необходимо для того, чтобы в результате постоянной односторонней нагрузки они не стали овальными и не ухудшили устойчивость головки. Чем больше расстояние фиксатора от оси головки, тем он долговечнее. При круглом коническом фиксаторе недопустим даже самый незначительный зазор или овальность, потому что в этом случае поверхность прилегания фиксатора обращается теоретически в линию (образующую конуса), а практически — в поверхность с очень малой площадью.

В этом отношении фиксатор с плоской поверхностью прилегания лучше, так как удельное давление при большой площади этой поверхности получается меньше, и плоскости всегда прилегают плотно одна к другой, если угол наклона грани гнезда и фиксатора выдержан точно, т. е. если фиксатор хорошо пригнан по гнезду.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем трудности ремонта револьверной головки с горизонтальной осью вращения?
2. Каким способом растачиваются отверстия для инструмента в револьверной головке с горизонтальной осью вращения?
3. Почему при ремонте револьверной головки делают глазки для фиксаторов с эксцентричными отверстиями?
4. Каким способом производят пригонку боковых граней револьверной головки с вертикальной осью вращения?
5. Из какой стали и с какой точностью изготавливаются глазки фиксаторов?



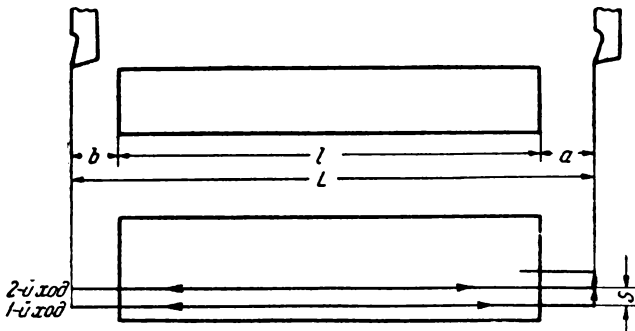


ГЛАВА XII

КОНСТРУКЦИИ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ПРОДОЛЬНО-СТРОГАЛЬНОГО СТАНКА

1. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА СТРОГАНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДОЛЬНО-СТРОГАЛЬНЫХ СТАНКОВ

Продольно-строгальные станки, особенно крупные, при хорошем уходе и профилактике могут работать длительное время без каких-либо крупных ремонтов. Заботливый уход здесь имеет решающее значение для сохранения работоспособности станков. Чтобы продлить срок службы строгальных станков, ремонтники должны обладать определенными знаниями по уходу и их эксплуатации. Поэто-



Фиг. 75. Схема процесса строгания.

му здесь более подробно рассматриваются вопросы, освещающие конструкцию наиболее важных узлов, их регулировку и правильную эксплуатацию.

Особенность процесса строгания заключается в периодичности подачи. Резец или деталь (фиг. 75) проходит отрезок пути a вхолостую (передний перебег), затем резец на пути l (длина строгания) снимает слой металла и потом проходит вхолостую путь b (задний перебег). В это время происходит перемена направления (реверсирование) хода резца (или детали), и он возвращается обратно. В

конце обратного пути резцу (или детали) сообщается подача z в направлении, перпендикулярном направлению рабочего хода, и цикл начинается снова.

Величины перебегов для продольно-строгальных станков, которые зависят от длины строгания, приводятся в табл. 43. Для поперечно-строгальных станков перебеги принимают значительно меньшие.

Таблица 43

Перебеги стола у строгальных станков

Длина обрабатываемой поверхности в мм	Перебеги в мм	
	передний	задний
100— 200	10— 25	5— 10
200— 300	20— 30	5— 10
300— 400	30— 50	10— 20
400— 500	50— 60	20— 30
500—1000	60— 75	30— 40
1000—2000	75—100	30— 50
св. 2000	125—200	50—100

Во время обратного хода резца (или детали) никакой полезной работы не производится, а поэтому время на совершение этих движений стараются сократить за счет увеличения скорости реверсирования и обратного хода. С повышением скоростей увеличиваются инерционные усилия при переменах хода стола, которые приходится преодолевать приводу станка.

Особенно большие инерционные усилия возникают при перемене хода с рабочего на ускоренный обратный. Из диаграммы, представленной на фиг. 76, видно, что потребляемая мощность продольно-строгальным станком во время реверсирования с рабочего хода на обратный превышает мощность рабочего хода в два с лишним раза.

Мощность во время реверсирования зависит от скоростей движущихся масс, их веса и скорости реверсирования. В большинстве случаев предел скорости движения стола определяется не стойкостью инструмента и факторами резания, а возникающими усилиями от инерционных масс.

На фиг. 76 заштрихованная площадь, обозначенная буквой a , представляет работу во время рабочего хода, а площадь, обозначенная буквой b — работу обратного (холостого) хода. Сравнение площадей показывает, что работа, затрачиваемая на холостой ход и реверсирование, очень значительна по сравнению с полезной работой прямого хода и поэтому общий коэффициент полезного действия продольно-строгальных станков невелик.

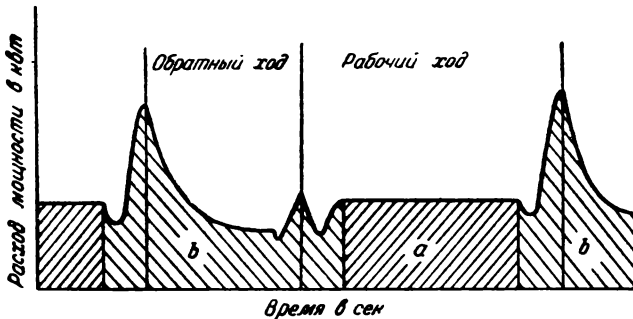
Основной величиной, характеризующей продольно-строгальный станок, является ширина строгания, т. е. наибольшая ширина детали, которая может обрабатываться на данном станке. В зависимости от ширины строгания продольно-строгальные станки бывают трех типов:

- а) легкого типа с шириной строгания до 600 мм;
- б) среднего типа с шириной строгания от 600 до 1000 мм;
- в) тяжелого типа с шириной строгания свыше 2000 мм.

Конструкции приводов продольно-строгальных станков очень разнообразны. Наиболее часто применяются приводы с перекидными ремнями, с электромагнитной муфтой и с реверсивным электродвигателем.

Конструкция привода с перекидными ремнями, безусловно, устарела. Она очень громоздка, ненадежна в эксплуатации, мало экономична и в настоящее время в новых станках почти не применяется.

Наибольшее распространение имеют конструкции приводов с электромагнитной муфтой для легких и средних станков, а для тяжелых — с реверсивным электродвигателем постоянного тока, работающего по системе Леонардо. Станки могут быть с одним или с большим числом электродвигателей.



Фиг. 76. Диаграмма потребления энергии продольно-строгальным станком с шириной строгания 600 мм.

У станков тяжелого типа отдельными электродвигателями обеспечивают не только приводы основных узлов (например, траверса, супорты), но даже и такие вспомогательные движения, как подъем и опускание откидной доски и крепление траверсы.

Таблица 44

Минимальные допускаемые ходы стола продольно-строгальных станков

Максимальная длина строгания в мм	Минимальная длина строгания в мм
2000 — 4000	600—1300
4000 — 6000	1300—1700
6000 — 8000	1700—2100
8000 — 10000	2100—2600
10000 — 12000	2600—3000

Станки легкого типа бывают с расположением электродвигателя на самом станке, сверху на архитраве и внизу, рядом со станком у редуктора. Первое расположение экономит площадь пола, но зато вводит два приводных ремня и четыре шкива (станки завода имени Свердлова и др.). При расположении электродвигателя у редуктора внизу этих добавочных устройств не требуется. Поэтому для удобства эксплуатации такое расположение наиболее выгодно.

При реверсивном электродвигателе большое значение имеют

инерционные усилия при реверсе. При коротких ходах все электрооборудование работает в чрезмерно тяжелых условиях переходных режимов, а поэтому быстро изнашивается и выходит из строя. Чтобы избежать этого, приходится для каждого станка опытным путем определять минимальный ход, при котором электрооборудование и механизмы работают в более или менее нормальных условиях.

Ремонтник должен следить и требовать, чтобы станки не работали с ходами меньше допускаемых несмотря на то, что длина обрабатываемых деталей позволяет это. Ориентировочно, в зависимости от величины максимального хода стола, минимальные ходы можно принимать по табл. 44.

2. СТАНИНЫ И СТОЛЫ ПРОДОЛЬНО-СТРОГАЛЬНЫХ СТАНКОВ

Раньше почти исключительно изготовлялись короткие станины, с длиной направляющих, лишь немного превышающей длину направляющих стола. В настоящее время большинство заводов делает длинные станины, с длиной направляющих вдвое больше длины направляющих стола.

Преимущества короткой станины заключаются в более дешевой стоимости ее изготовления, большей простоте транспортировки и в том, что стол закрывает направляющие станины, защищая их от попадания пыли и стружки. Однако короткая станина имеет ряд недостатков. При длинных направляющих стол совершенно не свешивается с направляющих станины. В одних точках направляющие стола и станины соприкасаются все время, а в других—лишь на части хода стола, в третьих—только в момент начала и конца хода стола.

Вследствие этого различные точки направляющих стола и станин имеют различный износ в процессе работы. Все точки направляющих стола касаются направляющих станины непрерывно. Происходит процесс притирания направляющих стола по направляющим станины. Вследствие равномерного распределения давления между столом и направляющими станины износ направляющих будет минимальным.

Применяя те же рассуждения в том случае, когда стол работает, сбега с направляющих станины, приходим к заключению, что износ направляющих будет по форме одинаковым.

В действительности явление износа происходит гораздо сложнее, чем описано, так как мы учитывали только продолжительность соприкосновения точек стола и постели. В результате провисания концов стола при сходе их с направляющих постели, а также больших удельных давлений на концах направляющих постели (площади соприкосновений очень малы) здесь происходит повышенный износ, и направляющие станины могут принять не вогнутый, а выпуклый характер износа.

Из этого видно, что короткие направляющие станин быстрее изнашиваются и теряют точность направления, чем длинные направ-

ляющие. Недостаток коротких станин также в том, что при свешивании направляющих стола с них стекает масло, и, несмотря на наличие добавочных корыт для сбора его, оно попадает на пол около станка. Большие давления на концах направляющих станины способствуют появлению задиров. Указанные недостатки объясняют переход на изготовление станков с длинными станинами.

Длинные станины (начиная с 6—8 м строгания) делаются по длине составными из двух частей. При установке составной станины необходимо заботиться не только о правильном (без ступени или излома) положении соединенных встык направляющих, но и о том, чтобы место стыка было пригнано хорошо и не пропускало масла.

Столы станков тяжелого типа также часто делаются составными по ширине. Стык стола производится посередине, вдоль оси стола.

Длинные станины очень трудно выверять на фундаменте, и, как показал опыт, через несколько месяцев даже хорошо выверенные и надежно подлитые цементом станины расстраиваются, и станок теряет точность. Поэтому станины лучше не подливать, а ставить на специальные башмаки (фиг. 77), которые должны быть надежно залиты в фундаменте. Башмаки надо ставить по одному возле каждого фундаментного болта. Еще лучше иметь башмаки с овальным отверстием для фундаментного болта и пропускать болт через башмак.

Станину сначала нужно грубо установить на клиньях и подкладках, а затем настроить башмаки так, чтобы у них был запас для регулировки как на подъем, так и на опускание, после чего башмаки подклиниваются для занятия правильного положения под станиной и заливаются цементом. По затвердевании цемента все подкладки из-под станины вынимаются, и точная выверка производится только с помощью башмаков.

Пространство между полом и станиной, во избежание скопления мусора, забивается деревом или облицовывается слабым раствором цемента.

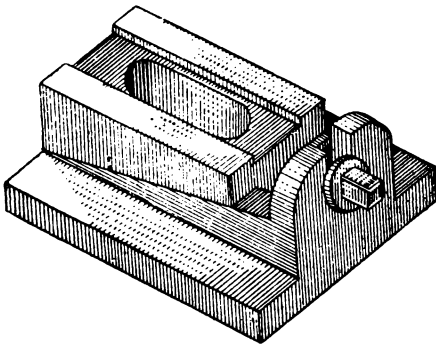
Опыт показал, что при хорошем затягивании фундаментных болтов станина стоит на башмаках так же хорошо, как и при сплошной подливке цементом, и в то же время, в случае нужды, легко регулируется.

3. НАПРАВЛЯЮЩИЕ СТАНИНЫ И СТОЛА

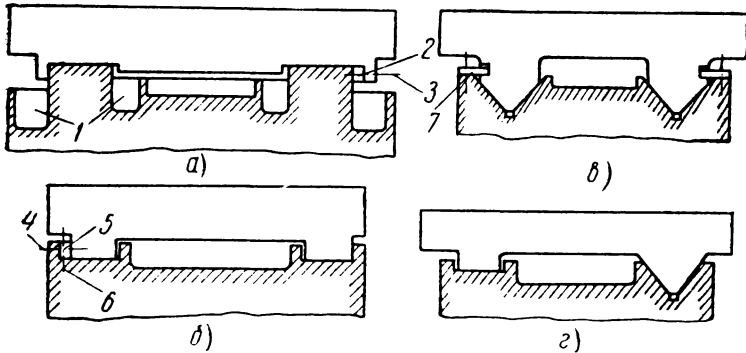
Направляющие станины и стола бывают трех типов: а) плоские; б) V-образные и в) комбинированные, у которых одна направляющая плоская, а другая V-образная.

Для станков легкого и среднего типа обычно применяются плоские и V-образные направляющие, причем в практике эксплуатации трудно отдать предпочтение какой-либо из этих конструкций, так как та и другая при соответствующем уходе и смазке работают хорошо.

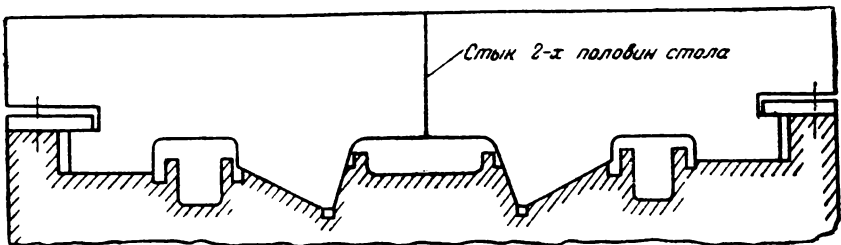
На фиг. 78,а и б даны схемы плоских направляющих. Из них более удачной следует признать конструкцию по фиг. 78,б, так как



Фиг. 77. Башмак с регулирующим клином для установки станков на фундаменте.



Фиг. 78. Форма направляющих постели продольно-строгальных станков: 1 — корыто для стока масла; 2 — клин; 3 — прижимной болт; 4 — регулировочный болт; 5 — нажимная планка; 6 — крепежные болты; 7 — прижимная планка.



Фиг. 79. Направляющие постели тяжелого станка.

она допускает лучший подвод смазки и лучше ее сохраняет. Схема V-образных направляющих дана на фиг. 78, в.

Недостаток плоских направляющих состоит в том, что, хорошо воспринимая усилия резания при строгании горизонтальных плоскостей, они плохо работают при строгании вертикальных (боковых) плоскостей. V-образные направляющие хорошо работают при строгании горизонтальных и вертикальных плоскостей, но они очень чувствительны к деформациям стола и станины. При малейших деформациях начинается нагрев направляющих, повышается расход энергии и на направляющих могут появиться задиры.

Эти недостатки заставляют станкостроительные заводы при выпуске продольно-строгальных станков тяжелого типа применять комбинированные направляющие, хорошо воспринимающие горизонтальные и боковые нагрузки и менее чувствительные к деформациям стола и станины. На фиг. 79 дана схема комбинированных направляющих тяжелого станка. Завод имени Я. М. Свердлова применяет комбинированные направляющие также для станков легкого и среднего типа (фиг. 78, г).

Чувствительность к деформациям стола и станины в большей или меньшей степени проявляют направляющие всех типов. Поэтому необходимо следить, чтобы детали правильно ставились на стол, а особенно, чтобы при креплении деталей не перетягивали стол. В случае перетягивания стола он деформируется, и в некоторых местах направляющих появляются огромные удельные давления, смазка выдавливается, направляющая греется и задирается. Особенно опасна в этом отношении крутая грань V-образной направляющей. Односторонняя сосредоточенная нагрузка на стол также приводит к искажению профиля направляющих стола и к задирам. Например, при строгании шабота большого веса боковым супортом шабот установили близко к стойке станка. Строгание оказалось невозможным вследствие нагрева направляющих, грозившего задирами. Тогда поставили второй шабот к другой стойке и прострогали оба шабота. Это объясняется тем, что после установки второго шабота нагрузки, а следовательно, и деформации распределялись более равномерно по ширине стола.

Смазка направляющих станин в настоящее время применяется почти исключительно циркуляционная под давлением. Масляный насос, обычно шестеренчатый, помещается в редукторной коробке, внутри станины. От насоса смазка подводится трубками ко всем местам, которые надо смазывать. На концах станины имеются крыты, в которые стекает масло с направляющих и по трубопроводам (после процеживания) сливается обратно в редукторную ванну. Прежде чем попасть на направляющие станины, масло проходит через фильтр. Время от времени необходимо проверять точность установки станины и, если потребуется, выверять ее, так как неправомерности в расположении направляющих станины ведут к усиленному износу их и к задирам.

ся часто приводит к авариям станка, особенно при резцах с напайными пластинками. Резец, встретив на своем пути твердое место обрабатываемой детали, деформируется и врезается в тело детали. Вследствие увеличивающегося сечения стружки все детали супорта получают дополнительную деформацию, которая увеличивает врезание. Врезание происходит очень быстро, поэтому резец получает удар, и напайная пластинка обычно ломается или отскакивает, и авария неизбежна.

Ввиду значительных усилий, направленных вверх, обычно сминается резьба гайки вертикального самохода супорта. Если гайка срывается, то авария ограничивается только этим, но часто ломается супорт или отрывается откидная доска. Производственники, допустившие такую аварию, обычно объясняют ее наличием зазора в гайке вертикального самохода. Анализ аварий показывает, что если сам резец не имеет тенденции к врезанию, то, несмотря на наличие значительного зазора в гайке, подхвата не бывает. Увеличенный же зазор в гайке появляется вследствие смятия резьбы гайки при аварии.

Чтобы придать большую жесткость траверсе любой конструкции, она после установки по высоте перед началом строгания должна крепиться к направляющим. Способов крепления траверсы много: от простого зажима болтами при помощи ключа до автоматического, заблокированного с подъемом и опусканием траверсы.

Боковые стойки выдерживают большие усилия, а поэтому они неподвижно связываются между собой и со станиной станка. Между собой стойки связаны массивной поперечиной (архитравом), к станине же они крепятся болтами с контрольными шпильками.

У больших станков добавляются специальные направляющие пазы и клиновое крепление стоек к столу.

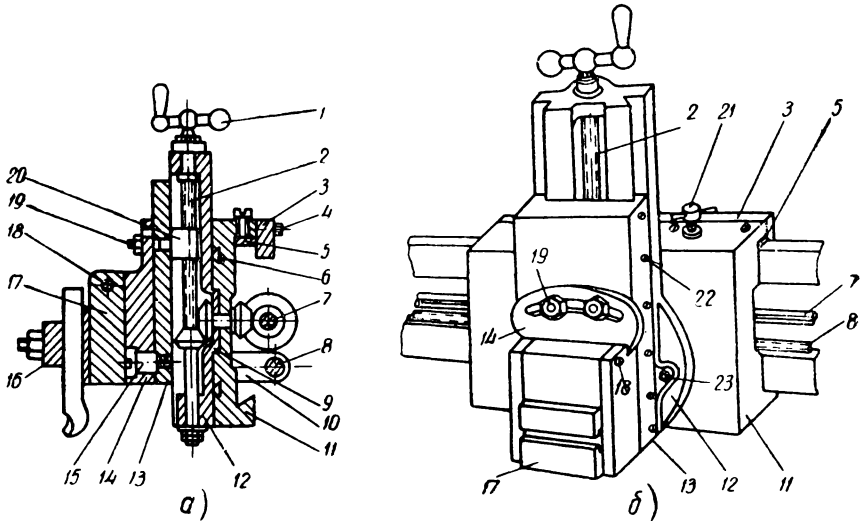
6. СУПОРТЫ

Супорт служит для закрепления резца и для сообщения ему подачи. Супорты бывают вертикальные, перемещающиеся по направляющим траверсы, и боковые, скользящие по направляющим боковых стоек и расположенные горизонтально.

Нормальная конструкция вертикального супорта дана на фиг. 81. Нумерация деталей на обеих фигурах дана общая. Задние салазки 11, несущие на себе поворотную часть 12, скользят по направляющим траверсы. Поворотная часть после установки в нужном положении крепится к задним салазкам болтами 23. Болты 23 своими головками входят в круговые пазы 6, имеющие форму ласточкина хвоста или Т-образную форму. Центрирование поворотных салазок осуществляется выступом 9. Спереди поворотная часть имеет направляющие, на которые опираются передние салазки 13. На эти салазки двумя болтами 19 прикреплена поворотная доска 14, вращающаяся вокруг центра 15 и закрепляемая в требуемом положении болтами 19. На поворотной доске помещена откидная доска 17,

вращающаяся на шарнире 18. На передней стороне откидной доски имеется резцедержатель 16. Задние салазки 11 служат для передвижения супорта по направляющим траверсы, для подвода резца к обрабатываемой детали и для сообщения горизонтальной подачи. Для компенсации износа направляющих служит клин 5 и прижимная планка 3, подтягиваемая винтом 4.

При строгании вертикальных и наклонных поверхностей задние салазки крепятся на траверсе стопорным винтом 21. Передвижение салазок по траверсе осуществляется при помощи ходового винта 8 и гайки 10. Цапфы ходового винта вращаются в подшипниках, закрепленных в траверсе, а гайка закреплена в салазках.



Фиг. 81. Супорт продольно-строгального станка:

а — разрез; б — общий вид.

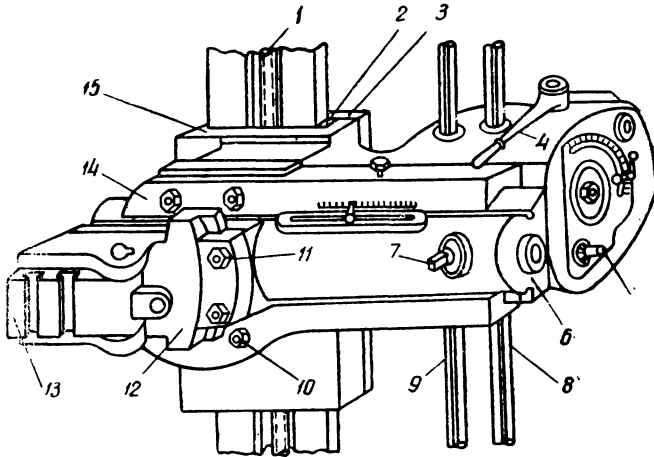
Вертикальное перемещение супорта производится от ходового валика 7, подшипники которого закреплены в траверсе. Ходовой валик вращает при помощи двух конических шестерен ходовой винт 2 с рукояткой 1, который с помощью гайки 20 поднимает или опускает поворотные салазки 14. Для компенсации износа направляющих имеется клин, который регулируется винтами 22.

Обычно продольно-строгальные станки имеют по два вертикальных супорта, а поэтому в траверсе расположены два ходовых валика и два ходовых винта. Оба ходовых винта и оба ходовых валика выходят справа из коробки подач, другие же их концы выходят слева из самой траверсы и на них насажены односторонние кулачковые муфты. Это дает возможность при помощи рукоятки 1 с торцевыми зубьями вращать ходовые винты и валики в любом направлении, сообщая супорту вручную любую подачу.

Боковые супорты (правый и левый) имеют одинаковую конструкцию. Для примера рассмотрим конструкцию бокового супорта станка завода имени Я. М. Свердлова (фиг. 82). Этот супорт имеет следующие главные части: задние салазки 15, поворотную часть 14, передние салазки 6, поворотную доску 12 и откидную доску 13.

Задние салазки 15 при помощи винта 1 и гайки, укрепленной в корпусе задних салазок, могут скользить вверх и вниз по направляющим боковых стоек. Сзади салазки крепятся прижимными планками 3. Износ направляющих компенсируется клином 2.

Поворотная часть 14 может вращаться при ослаблении четырех болтов 10. Установка наклона поворотной части производится при помощи имеющейся на ней черты — указателя и градуированной шкалы на задних салазках.



Фиг. 82. Общий вид бокового супорта продольно-строгального станка завода имени Я. М. Свердлова.

Для установки резца в требуемом положении служит поворотная доска 12. Зажим доски производится болтами 11.

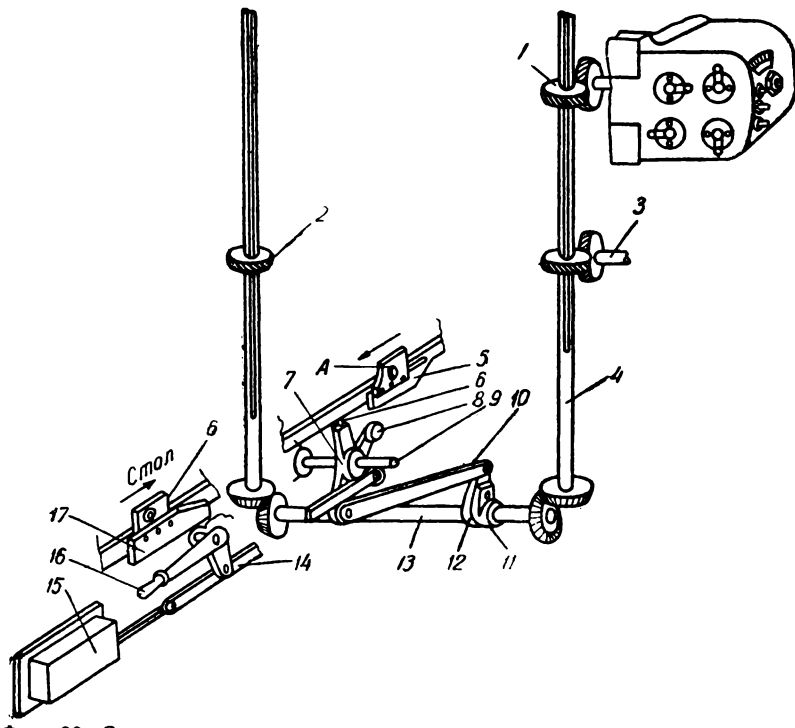
Вращением валика 7 осуществляется перемещение передних салазок 6 вручную. Валик 5 служит для перемещения супорта вручную по направляющим боковых стоек.

Через коробки подачи проходят два вертикальных валика 8 и 9. Один из них служит для сообщения супортам автоматической подачи, а другой — для ускоренных перемещений. Ускоренное перемещение включается рукояткой 4.

7. МЕХАНИЗМ ДВИЖЕНИЯ ПОДАЧИ И УСКОРЕННЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

У станка завода имени Я. М. Свердлова автоматическая подача супортов берется от упоров А и В (фиг. 83), служащих для перемены направления движения стола.

Упоры *A* и *B* закрепляются на боковом пазу стола. Место их расположения зависит от желаемой величины хода стола. При ходе стола в ту или иную сторону упоры встречают на своем пути головки рычагов, сидящих шарнирно на рычаге переключения (на фиг. 83 не показаны). Сам рычаг переключения сидит на оси 9 и упорами поворачивается в ту или другую сторону, вследствие чего тяга 14, прикрепленная к нижнему концу рычага переключения,



Фиг. 83. Схема механизма подачи продольно-строгального станка завода имени Я. М. Свердлова.

движется вправо или влево и переключает контакты, находящиеся в коробке 15, укрепленной на станине станка. Переключение контактов изменяет направление тока в катушках электромагнитной муфты, вследствие чего изменяется направление движения стола. Рукоятка 16 служит для остановки и переключения направления движения стола вручную.

Для сообщения супортам автоматической подачи к упорам *A* и *B* добавлены планки 5 и 17, а на ось 9 надет рычаг 7 подачи. Этот рычаг имеет сверху два отростка, в один из них вставлен пружинный штифт 6, а на другом укреплен ролик 8. Нижний конец рычага 7 через тягу 10 соединен шарнирно с рычагом 12, заклиненным на валу 13.

В качестве примера рассмотрим храповой механизм коробки подач продольно-строгального станка завода имени Я. М. Свердлова (фиг. 84). На ведущем валу 3 (фиг. 84) с помощью фрикциона 11 посажен диск (см. изображенный отдельно узел фрикциона на фиг. 84). У диска 5 по окружности меньшего диаметра часть тела срезана, и здесь на шарнире 9 укреплена собачка 4. На том же валу 3 при помощи фланца 6 вхолостую посажена шестерня 1. Для предохранения от осевых смещений фланец и шестерни обхватывают буртик диска 5. Шестерня 1 имеет наружные зубья, при помощи которых она сцепляется с шестерней 12, и внутренние треугольные зубья, служащие для сцепления с собачкой 4. Эти внутренние зубья и создают храповое колесо. Собачка 4 под действием пружины, помещенной под ней в углублении срезанной части диска 5, все время стремится отжаться от срезанной поверхности диска 5 и включиться в зубья храпового колеса.

При затянутом фрикционе 11 диск 5 вместе с собачкой 4 не может смещаться относительно вала 3. При вращении вала 3 в ту или другую сторону диск вместе с собачкой вращается на тот же угол. Шестерня 1 остается неподвижной до тех пор, пока собачка 4 не включится в зубья храпового колеса. Тогда начнут вращаться шестерня 1 и через шестерню 12 ряд других шестерен коробки подач, ходовой валик или ходовой винт супортов, производя нужную подачу.

Величина подачи регулируется кольцом 7, которое сидит рядом с шестерней 1 и может свободно вращаться в корпусе коробки подач. Собачка 4 имеет по ширине выступ, заходящий во внутреннее отверстие кольца 7, которое расточено по двум диаметрам (см. кольцо 7, изображенное на фиг. 84 отдельно). Диаметр a несколько меньше наружного диаметра зубьев храпового колеса, а диаметр b несколько больше диаметра впадин храпового колеса, поэтому когда выступ собачки скользит по окружности кольца диаметра a , собачка не достает до зубьев храпового колеса и шестерня 1 остается неподвижной; когда же выступ собачки скользит по окружности диаметра b , собачка попадает во впадину зубьев храпового колеса и при вращении увлекает за собой и шестерню 1.

Так как вал 3, а вместе с ним и диск 5 могут вращаться в обе стороны только на один определенный угол, то вращая кольцо 7, мы можем установить его так, чтобы полностью использовать дугу окружности диаметра b , и собачка будет в зацеплении с храповым колесом по всей ее длине (максимальная подача), или же поставить кольцо так, чтобы путь движения выступающей части собачки происходил только частично по дуге окружности диаметра b и частично по дуге диаметра a . В этом случае подача будет меньше.

Кольцо 7 можно поставить так, чтобы путь выступающей части собачки проходил только по дуге диаметра a , и тогда собачка на всем пути вращении диска 5 не сможет попасть во впадину зубьев храпового колеса и никакой подачи не будет. При обратном

вращении вала 3 собачка проскальзывает по зубьям храпового колеса.

Для вращения кольца 7 в корпусе коробки подачи имеется дугообразная прорезь 10, через которую в кольцо ввернут стержень с рукояткой 8. При повороте рукоятки 8 влево кольцо 7 освобождается, и его можно поставить в любое положение, соответствующее нужной подаче, и поворотом стержня вправо закрепить кольцо в этом положении. Около прорези нанесены деления, обозначающие установленную подачу в мм.

Фрикционное устройство 11 у диска 5 необходимо для того, чтобы при монтаже узла механизма подачи можно было без больших затруднений найти правильное положение собачки 4 относительно кольца 7 и шкалы подач. Рычаг 2 служит для автоматического подъема откидной доски супорта при холостом ходе стола.

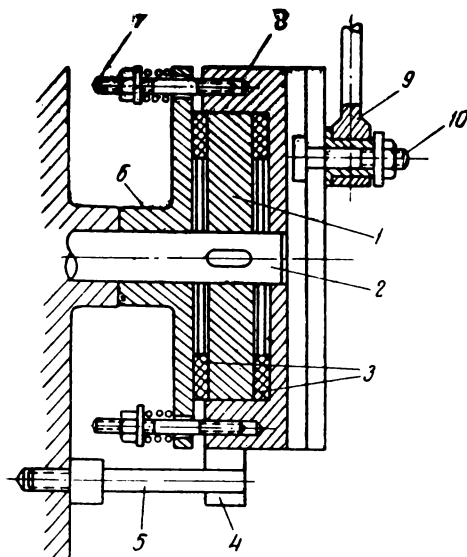
Описанный механизм дает направление подачи только в одну сторону, поэтому для перемены направления движения подачи в коробке подач должен быть особый узел, изменяющий направление вращения (реверс).

Привод механизма подач (см. фиг. 83) очень прост, но он не обеспечивает безударного включения вала 4, а следовательно, и собачки храповика. Безударное включение и выключение собачки и храповика без отхода назад возможно

только в том случае, если относительная скорость между собачкой и зубом храповика при включении и выключении будет равна нулю. Это требование надежнее всего может быть удовлетворено, если деталь, приводящая в движение вал 4 (фиг. 83), например кривошипный палец, всегда будет совершать только пол оборота. При этом условия головка шатуна постоянно начинает и заканчивает свое движение с нулевой скоростью, т. е. совершенно без удара и без отхода назад (требование первое). Для осуществления точного поворота на 180° вала, приводящего в движение храповик механизма, существует целый ряд конструкций.

Одной из таких конструкций является привод с кожаной фрикционной муфтой (фиг. 85).

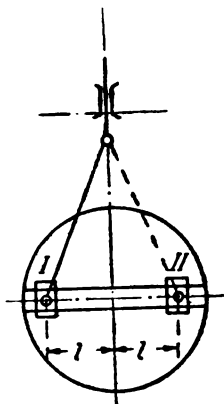
Стальной диск муфты 1, сидящий на шпонке на ведущем валу 2,



Фиг. 85. Привод механизма подач с кожаной фрикционной муфтой.

благодаря трению с кожаными кольцами 3, нажим которых регулируется болтами 7 с пружинами, увлекает за собой фланец 6 с чашкой 8, свободно сидящие на валу 2. При вращении чашка 8 своим выступом 4 находит на упор 8, укрепленный в станине станка, и останавливается. При обратном вращении вала 2 происходит то же самое.

Кривошипный палец 10 с головкой шатуна 9 для правильного приведения в действие храпового механизма делает постоянно поворот на 180° . Движение от кривошипа, расположенного внизу на станине станка, должно быть так передано к распределительной коробке, расположенной на траверсе или на боковых супортах, чтобы оно включало подачу перед началом рабочего хода. Включение подачи в конце рабочего хода повлекло бы за собой то, что при обратном ходе стола резец своей боковой поверхностью стал бы упираться в еще не срезанный слой металла обрабатываемой детали, вследствие чего была бы возможна поломка резца или станка.



Фиг. 86. Механизм изменения направления подачи.

При храповом механизме (см. фиг. 84), когда для изменения направления подачи имеется особый реверс, нет необходимости менять направление вращения храпового колеса и тогда палец кривошипа 10 (фиг. 85) имеет одно определенное зафиксированное положение. Если же перемена направления подачи производится перекидкой собачки храпового механизма, то храповое колесо при обратной подаче должно вращаться тоже в обратную сторону. При постоянно зафиксированном положении пальца кривошипа это возможно только в конце рабочего хода, так как в начале рабочего хода направление движения собачки будет то же, каким оно было при прямой подаче. При этом направлении движения собачка будет скользить по зубьям храпового колеса и подачи не будет. Собачка переменит направление вращения только в конце рабочего хода и тогда произойдет подача в обратном направлении. Но, этого делать нельзя. Во избежание сообщения подачи в конце рабочего хода стола Т-образный паз на чашке 8 для крепления пальца кривошипа 10 делают во всю длину диаметра чашки, и при перемене направления подачи палец из положения I (фиг. 86) переставляется в положение II так, чтобы он отстоял на ту же величину справа от центра, как он был раньше слева от него.

Необходимо помнить, что при каждой перемене направления подачи с помощью собачки нужно одновременно менять и положение пальца кривошипа на Т-образном пазе чашки.

Привод подачи от фрикционной муфты, независимо от материала фрикционных колец, имеет существенные недостатки. При слабом

зажиге фрикционных колец механизм работает ненадежно, а при сильном — фрикцион греется, вследствие чего кожа перегорает, и ее приходится часто менять; металлические кольца очень быстро изнашиваются. При этом нужно учитывать, что чем меньше длина строгания, тем явление нагрева и износа сильнее.

Более совершенным является привод, в котором трение (очень легкое) использовано только для включения принудительного сцепления, передающего необходимое усилие дальше к собачке храпового механизма. Такие передачи называют реле подачи. Примером может служить механизм автоматической подачи продольно-строгального станка завода имени Я. М. Свердлова.

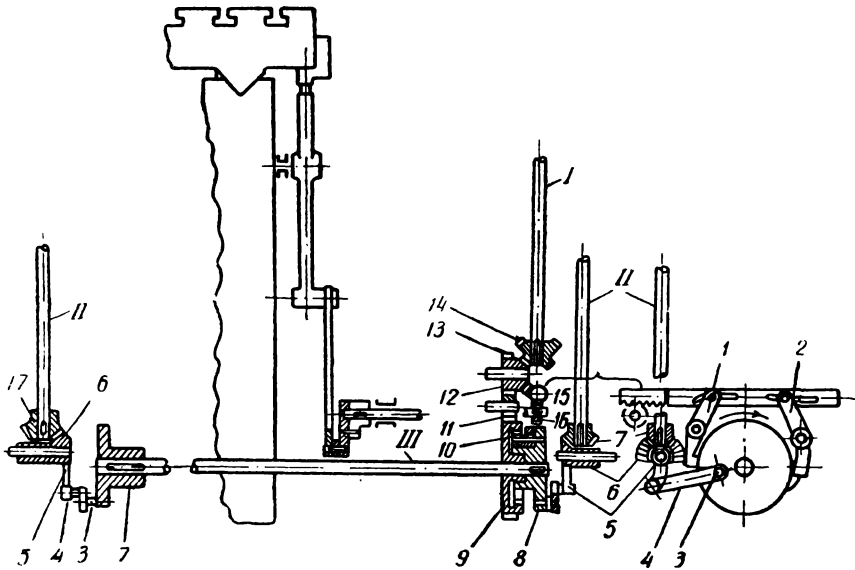
У этого станка вертикальный вал подачи 4 (фиг. 83) заимствует движение не от упоров перемены направления хода стола, а от вертикального вала ускоренных перемещений. От упоров стола зависит только включение и выключение вращения механизма привода подачи.

Такая конструкция передачи продольно-строгального станка приведена на фиг. 87 и 88 (нумерация деталей общая).

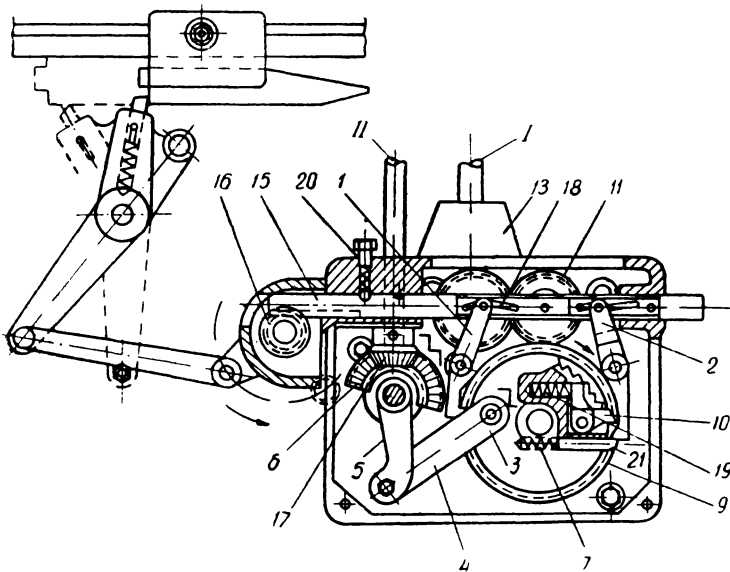
Вал I ускоренных перемещений через конические шестерни 12 и 14 и цилиндрические 9, 11 и 13 сообщает при помощи кривошипа 3, рычагов 4, 5 и зубчатого сектора 6 качательные движения вертикальному валу подач II, от него через винтовые шестерни 1 и 2 (см. фиг. 83) движение передается дальше на храповые механизмы вертикальных и боковых супортов. Колесо 9 (см. фиг. 87 и 88), имеющее внутри храповые зубья, свободно вращается на валу III и может привести его во вращение только тогда, когда собачка 10 под действием пружины 19 заскочит во впадину между зубьями храпового колеса. Тогда собачка 10 вместе с диском 8 механизма включения подачи, который отделен представлен на фиг. 89, начинает вращаться, а так как диск 8 заклинен на валу III, то начнет вращаться вал III. Вал III при помощи диска 7, подобного диску 8, и через такой же механизм, какой имеется с правой стороны, передает качательные движения левому валу вертикальных подач II, обслуживающему левый боковой супорт.

Угол поворота зубчатого сектора 6 постоянный, и вал подач будет дважды менять направление вращения в течение одного оборота диска 8. Собачка 10 во время каждой перемены направления движения стола включается в храповые зубья колеса 9, и при помощи рычагов 1 и 2 диск 8 автоматически выключается.

Автоматическое выключение подачи производится особым механизмом, приводимым в действие столом станка при подходе его к одному из крайних положений, следующим образом. Упор стола через рычаг переключения (см. фиг. 88) сообщает реечной шестерне 16 качательные движения, шестерня же двигает рейку 15 взад и вперед. Рейка 15 имеет профилированные пазы 18, в которые входят ролики, укрепленные на концах рычагов 1 и 2. Рычаги 1 и 2 имеют на нижних концах выступы, за которые зацепляется собачка 10 при



Фиг. 87 Схема механизма автоматической подачи продольно-строгального станка.



Фиг. 88. Реле подачи продольно-строгального станка.

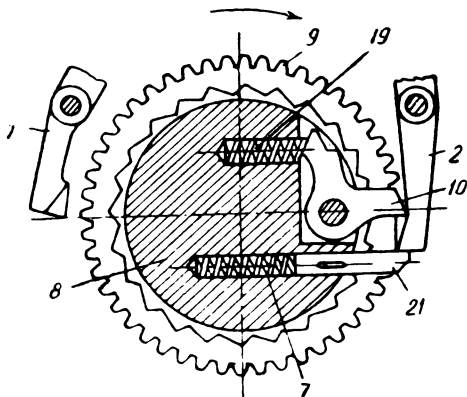
своим вращением вместе с диском. Зацепившись за выступ рычага 1 или 2, собачка останавливается и, преодолевая сопротивление пружины 19, выходит из зацепления с храповым колесом 9, вследствие чего диск 8 останавливается.

Цикл работы заключается в следующем. В конце движения стола в одном направлении (конец холостого хода) рейка, переместившись влево, повернет рычаги 1 и 2, а так как вал I и колесо 9 с храповыми зубьями вращаются непрерывно, то собачка, освободившись от рычага 2, под действием пружины 19 заскочит во впадину зубьев храпового колеса и начнет вращаться вместе с ним (вращая диск 8) до тех пор, пока выступ собачки дойдет до рычага 1, который выведет собачку из зацепления с храповиком. Собачка, а следовательно, диск 8 и вал III сделают $\frac{1}{2}$ оборота (180°). Положение рейки фиксируется шариком с пружиной 20.

При обратном движении стола (конец рабочего хода) рейка 15 переместится вправо, освободит собачку от рычага 1 и подставит под нее рычаг 2.

Таким образом, собачка сделает второй полуоборот в том же направлении. Эти два полуборота собачки и диска 8 в одном направлении передадутся валу вертикальной подачи II через рычаги 4 и 5 и конические шестерни 6 и 17, как два качательных движения в ту и другую сторону за один двойной ход стола.

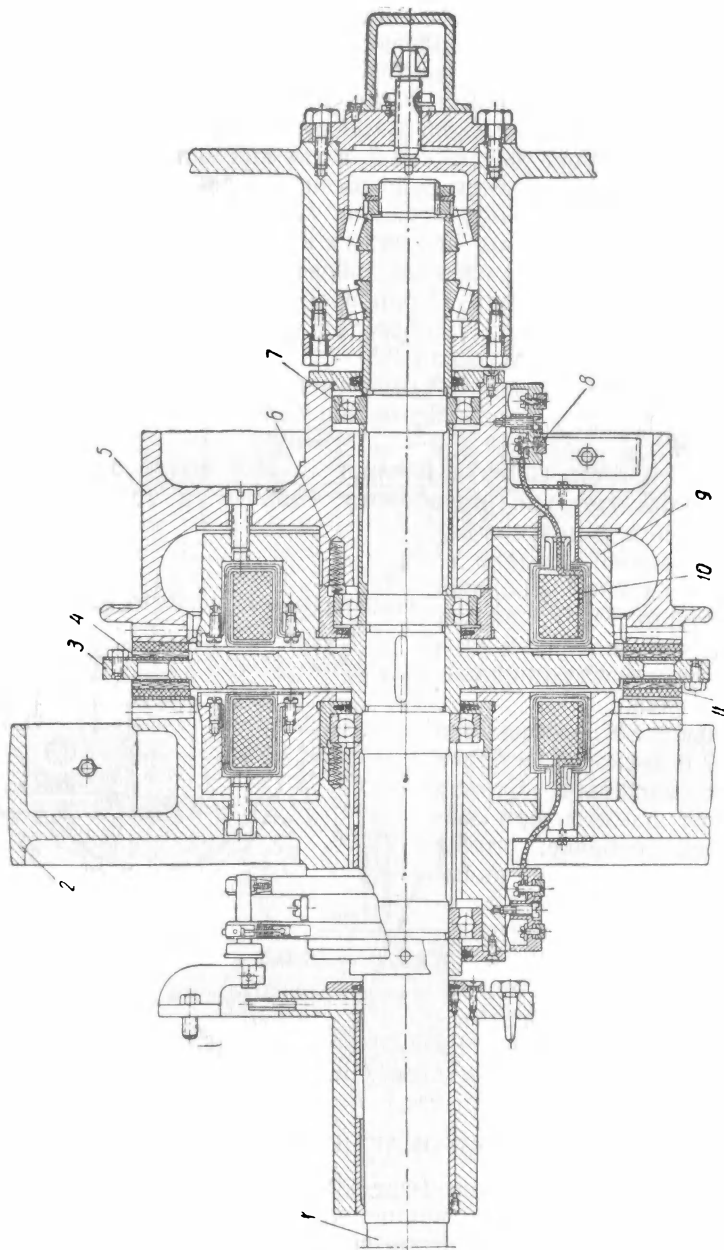
На фиг. 89 изображено колесо 9 с диском 8 в более крупном масштабе. Стопор 21 служит замком при выключенной собачке, чтобы исключить случайное включение собачки в зубья храпового колеса при произвольном повороте диска 8 против часовой стрелки. При вращении диска 8 по часовой стрелке стопор 21 попадает на скошенную часть конца рычагов 1 и 2, сжимая пружину 7, проскакивает мимо и замыкает рычаг.



Фиг. 89. Механизм включения подачи.

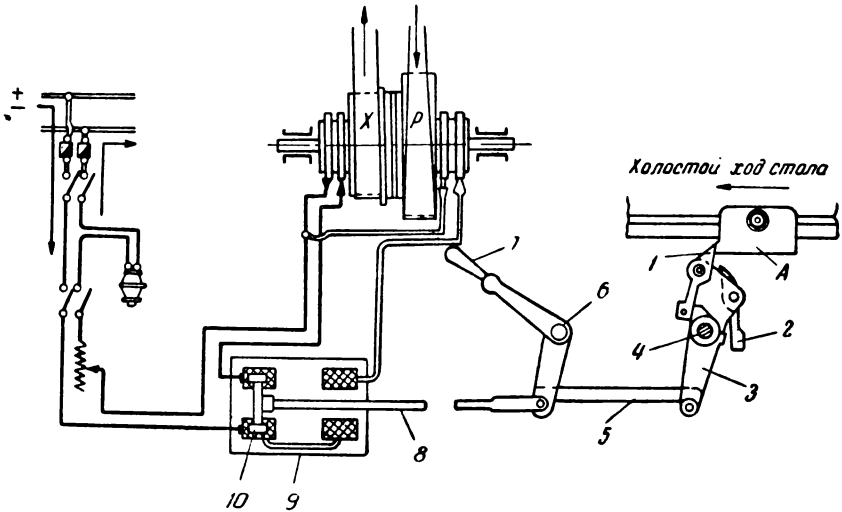
8. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ МУФТА

Электромагнитная муфта (фиг. 90) служит для того, чтобы сообщать валу I попеременное вращение в одну и другую сторону. В сторону рабочего хода вращение сообщается шкивом 2 и в сторону холостого хода шкивом 5. Эти шкивы сидят на валу I вхолостую на



Фиг. 90. Электромагнитная муфта.

шарикоподшипниках 7 и поэтому сами непосредственно сообщать вращение валу 1 не могут. Между шкивами на валу 1 неподвижно закреплен стальной диск 3. К диску с обеих сторон прикреплены кольца 4 из материала с большим коэффициентом трения. На шкивах же с внутренней стороны против этих колец прикреплены чугунные кольца 11. Внутри шкива вмонтированы сильные электромагниты обычного устройства. Железный корпус 9 (сердечник) имеет внутри катушки 10 с намоткой из изолированной проволоки.



Фиг. 91. Схема переключения направления хода стола.

Концы проводов катушек соединены последовательно и выведены к медным кольцам 8, и к ним при помощи щеток подводится постоянный ток. Если дать ток на электромагниты какого-либо шкива, то последний с большой силой притянется к диску 3, кольца диска 4 и шкива 11 плотно прижмутся друг к другу, и вследствие трения между дисками вращение от шкива передастся на диск.

Шкивы 2 и 5 для свободного притяжения к диску трения имеют небольшое продольное перемещение по валу, а в свободном состоянии отжимаются при помощи трех пружин 6 от диска 3. Сила притяжения электромагнитом меняется в зависимости от величины зазоров между сердечником 9 и плоскостями диска 3.

В притянутом состоянии этот зазор должен быть от 0,8 до 1,5 мм. Эти зазоры измеряются специальными измерительными клиньями с наклоном 1 10. Зазор измеряется в момент притяжения муфты, а поэтому перед измерением зазора необходимо пустить ток в ту половину муфты, у которой производится замер.

Муфта работает следующим образом (фиг. 91). В конце холостого хода стола упор А упрется в рычажок 1, сидящий шарнирно на

рычаге 3 и повернет последний вокруг его неподвижной оси 4. При повороте рычага 3, тяги 5 и 8 передвинут вправо роликовый контакт 10 в переключательной коробке 9, вследствие чего электрический ток, питавший электромагнитные катушки холостого шкива X, прервется и направится в электромагниты рабочего шкива P. При рабочем ходе второй упор (на фиг. 91 не показан) повернет рычаг 3 за рычажок 2 в обратном направлении и электромагниты снова переключатся. Таким образом осуществляется прямой и обратный ход стола.

Рукоятка 7 служит для перемены направления хода стола вручную, а также для остановки его в любом положении. Валик 6 выходит на другую сторону станка и на нем насажена такая же рукоятка так, что управлять движением стола вручную можно с обеих сторон станка.

Для питания электромагнитов муфты требуется постоянный ток, а поэтому, кроме электродвигателя трехфазного тока для главного движения, станок снабжается небольшим умформером, состоящим из электродвигателя переменного тока и динамомашины постоянного тока, обычно расположенных на одном валу.

9. ПРИЧИНЫ ИЗНОСА И АВАРИЙ СТАНКА

Поступательно движущиеся части и механизмы для приведения их в движение у продольно-строгальных станков (за исключением механизма главного привода) нагружены слабо и работают с небольшими скоростями, поэтому в нормальных условиях они мало изнашиваются и длительное время работают без ремонта.

Большая часть ремонта объясняется плохим уходом за станком и неправильной эксплуатацией. Ремонтировать приходится в основном поломки, вызванные перегрузкой, и задиры направляющих. Например, узлы супортов, как правило, перегружаются и выходят из строя вследствие наездов детали на плоскую часть резца, подхватов резца и обработки поверхностей с отдельными участками повышенной твердости металла. На этих участках резец резко подпрыгивает вверх и сминает гайку винта супорта, создавая в ней недопустимый люфт.

Неправильные установка и крепление деталей вызывают вырывание пазов стола и его перетяжку с вытекающими из этого последствиями. Часто жесткую деталь крепят так, что она является аркой, при помощи которой крепящим болтом с огромной силой стол выгибается вверх, отставая в этом месте от направляющих постели. Необходимо рядом с болтом под деталь на стол ставить подкладки, а потом уже крепить болт. Для предотвращения смещения детали вдоль стола часто торец ее упирают в стенку корыта стола и выламывают ее. Такие упоры необходимо запрещать.

Поломки происходят также и вследствие отсутствия конечных выключателей, которые станочники снимают, чтобы увеличить ход супорта или траверсы при обработке какой-либо специальной дета-

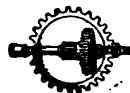
ли, а потом забывают поставить выключатели на место или ставят их неправильно. Ремонтники не должны допускать, чтобы к выключателям прикасался кто-либо, кроме них. Направляющие супортов и траверсы при нормальном уходе почти не изнашиваются. Направляющие стола и постели изнашиваются больше, но тоже очень мало. Износ резко увеличивается при небрежном уходе и неправильной эксплуатации, а также от наличия в цехе пыли и грязи, от грязной, редко сменяемой смазки и от попадания на направляющие окалины и стружки от обрабатываемых деталей.

Большие задиры направляющих, как правило, появляются не сразу и их можно предотвратить внимательным надзором. Надо часто (особенно у крупных станков) ощупывать направляющие рукой и при малейшем нагреве их немедленно остановить станок, поднять стол и осмотреть направляющие стола и постели. При обнаружении хотя бы мелких царапин и рисок, а также грязного масла необходимо риски тщательно зачистить, а масло сменить.

Вообще направляющие стола и постели должны регулярно (раз в 2—3 месяца) осматриваться. Все царапины и риски надо тщательно зачистить и восстановить «мороз» в тех местах, где он заглажен. Это мероприятие значительно снизит возможность появления задиры.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается особенность процесса строгания?
2. Какие типы приводов для движения стола применяются в продольно-строгальных станках?
3. Для чего устанавливается минимальная длина строгания на продольно-строгальных станках?
4. Почему предпочитают делать станины продольно-строгальных станков вдвое длиннее, чем столы?
5. Почему станины крупных продольно-строгальных станков устанавливаются на башмаки с регулируемыми клиньями?
6. Какие типы направляющих применяются у станин и столов продольно-строгальных станков?
7. Почему происходит самопроизвольное врезание резца в тело детали при строгании?
8. Почему подача резца осуществляется перед началом рабочего хода стола?
9. Какие недостатки имеет привод подачи от фрикционной муфты?
10. Расскажите о реле подачи продольно-строгального станка завода имени Я. М. Свердлова.
11. Для чего применяется электромагнитная муфта?
12. Как можно повысить межремонтный срок службы продольно-строгальных станков?





ГЛАВА XIII

ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ПРОДОЛЬНО-СТРОГАЛЬНОГО СТАНКА

1. ОСНОВНЫЕ ПРОВЕРКИ СТАНКА ПЕРЕД РЕМОНТОМ

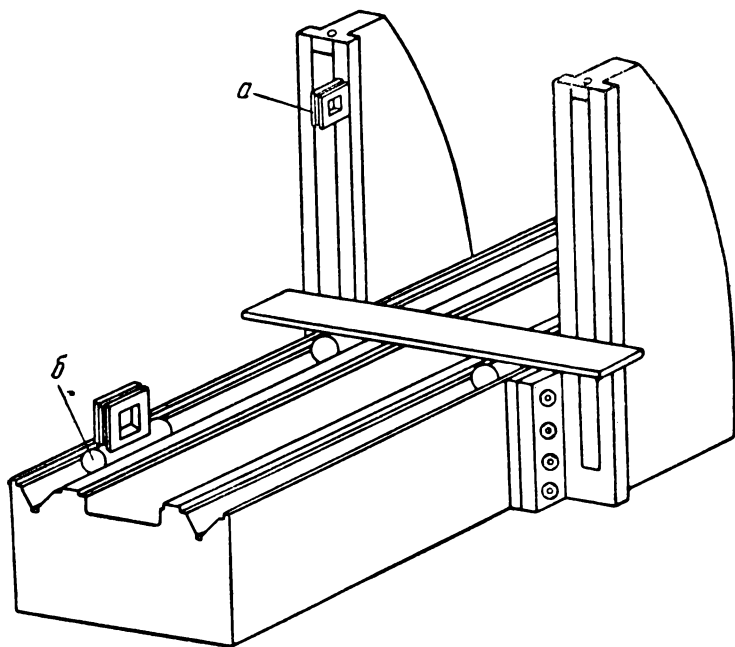
По кинематике продольно-строгальные станки довольно просты, и ремонт отдельных узлов их не представляет затруднений. Трудности заключаются в очень большом объеме шабровочных работ, которые должны проводиться весьма точно, с очень сложными увязками координатных осей. Непродуманная последовательность работ влечет за собой большой объем перешабровок и напрасную затрату труда слесарей. Трудности возрастают с величиной станка. Поэтому технология ремонта продольно-строгального станка должна быть разработана с особой тщательностью и последовательностью.

Перед разборкой станка желательнее произвести проверку геометрического расположения всех основных деталей станка. Наиболее важно выполнить следующее.

1. Проверить, находятся ли передние грани стоек в одной плоскости (для станков с двумя стойками). Проверка производится при помощи линейки и шупа (фиг. 92). Линейку кладут на стол станка или на калиброванные валики одинакового диаметра, как указано на фигуре, и плотно прижимают к передним граням направляющих обеих стоек. Величину просвета замеряют шупом и записывают с точным указанием, в каком месте произведен замер. Место на стойках, в котором производится замер, отмечают кернами.

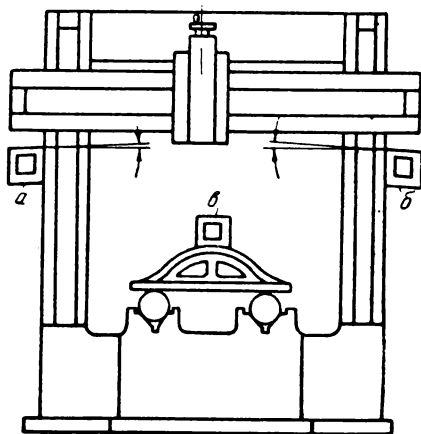
2. Проверить перпендикулярность передних граней стоек к направляющим станины (см. фиг. 92). Для этого рамный уровень *a* прикладывают к наименее изношенному участку направляющих стоек, а также устанавливают его на калиброванный валик *b*, уложенный на призматические направляющие постели. Валик укладывается вблизи стоек. Проверенные места на стойках и постели отмечают кернами. Эта проверка совместно с первой проверкой дает возможность провести правильную шабровку передних граней стоек.

3. Проверить перпендикулярность боковых поверхностей стоек к направляющим станины. Рамный уровень прикладывают в наименее изношенной части боковых направляющих обеих стоек в точках *a* и *b* (фиг. 93). Проверенные места отмечают кернами. Затем рамным



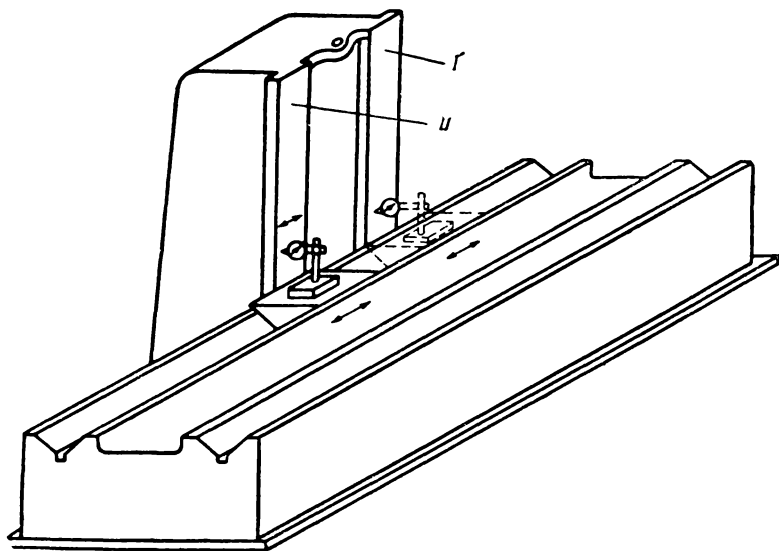
Фиг. 92. Проверка расположения передних граней стоек.

уровнем, установленным на линейку, положенную на калиброванные валики, проверяют горизонтальность направляющих в поперечном направлении. Разность показаний уровней в точках *a* и *b* и в точках *б* и *в* дает величины отклонения боковых поверхностей стоек от перпендикулярности их к направляющим станка. Эта проверка дает возможность (при небольших отклонениях) пришабрить боковые поверхности стоек перпендикулярно к направляющим постели. Если же отклонения окажутся значительными и устранение их потребует большого объема слесарных работ, то достаточно пришабрить боковые поверхности стоек так, чтобы они были параллельны друг другу. Неперпендикулярность боковых направляющих стоек к направляющим постели компенсируется строганием поверхности стола после окончательной сборки и выверки станка.



Фиг. 93. Проверка расположения боковых граней стоек.

4. Проверить параллельность плоскостей *I* и *II* стойки (фиг. 94) к направляющим постели (для одностоечных станков). Проверка производится при помощи индикатора, установленного на призме. Призму с индикатором передвигают в продольном направлении. Проверенные места на стойке отмечают кернами. Замеры, полученные при проверке, понадобятся во время установки стойки для про-



Фиг. 94. Проверка расположения направляющих стойки одностоечных станков.

изводства шабровки. Проверка перпендикулярности плоскостей *I* и *II* к направляющим постели производится аналогично проверке перпендикулярности боковых поверхностей к направляющим станины.

2. ГРАФИК СОСТОЯНИЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ СТАНИНЫ

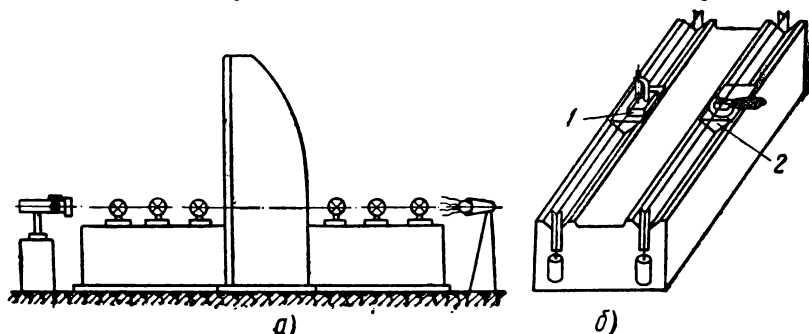
После снятия стола со станины нужно проверить величину износа и наличие спиральной изогнутости направляющих станины. Проверка производится в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Замеры производятся через каждые 500 мм для станин длиной до 6000 мм и через 1000 мм для станины от 6000 мм и выше.

Порядок замеров и составление графика такой же, как и для токарных станков.

Отклонения в горизонтальной плоскости проверяются или при помощи оптического прибора (фиг. 95,а), передвигая марку по направляющим последовательно от одного деления на другое, или при помощи микроскопа 1 и струны (фиг. 95,б). Для станин длиной до 8000 мм микроскоп можно заменить микрометром 2. Проверку

отклонений в вертикальной плоскости производят при помощи уровня, устанавливаемого на калиброванный валик, или при помощи оптической трубы. При замерах уровнем необходимо его показания приводить к расстоянию между замеряемыми точками.

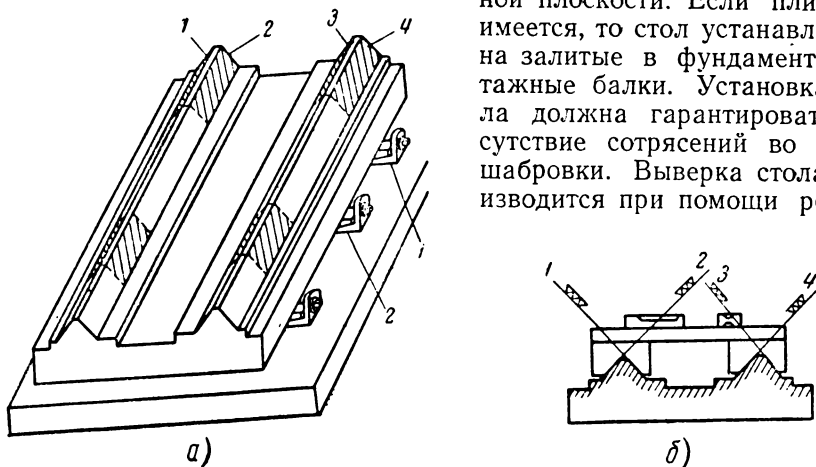
По графику состояния направляющих решается вопрос о необходимости перемонтажа, припиливания или строгания станины и выбирается наиболее правильная последовательность шабровки.



Фиг. 95. Проверка прямолинейности направляющих станин с помощью оптической трубы (а) и с помощью микроскопа или микрометра (б).

3. РЕМОНТ СТОЛА

Выверка стола перед шабровкой. Для выверки стол устанавливают направляющими вверх на плиту, выверенную в горизонтальной плоскости. Если плиты не имеется, то стол устанавливают на залитые в фундамент монтажные балки. Установка стола должна гарантировать отсутствие сотрясений во время шабровки. Выверка стола производится при помощи регули-



Фиг. 96. Выверка стола перед шабровкой.

руемых клиньев *I* (фиг. 96,а,б) уровнем, который устанавливается на вышабренной площадке мостика поочередно в продольном и поперечном направлениях. Мостик состоит из двух призм и соеди-

нительной балки. Способ изготовления мостика будет описан дальше при разборе вопроса о выверке стола станка. Перед замерами направляющие в местах установки призм мостика зачищаются от задиров. Прилегание призм мостика проверяется щупом.

Регулируемые клинья устанавливаются с каждой стороны стола через 1—2 м по длине. Крайние клинья 1 устанавливают на $\frac{1}{4}$ длины стола от края. Средние клинья 2 устанавливают точно по середине стола (см. фиг. 96,а). Первоначальная выверка стола производится только на трех клиньях: с одной стороны на двух крайних клиньях 1 и с другой стороны на одном среднем клине 2. После предварительной выверки для более точной и надежной установки подтягивают слегка остальные клинья, следя с помощью уровня за тем, чтобы не деформировать при этом стол.

После выверки стола производят замеры и составляют график состояния плоскостей I, II, III и IV направляющих стола. Сопоставляясь с графиком, принимают решение, можно ли сразу шабрить направляющие или целесообразнее вначале припилить их. Строгать направляющие можно лишь в крайнем случае, руководствуясь соображениями, изложенными в главе по ремонту токарных станков.

Шабровка направляющих стола длиной до 2500 мм. Шабровку начинают с наиболее изношенного участка наиболее изношенной направляющей. Это место определяется по графику состояния направляющих. Шабровка производится по линейке и призме. Горизонтальность в продольном и поперечном направлениях проверяют уровнем (с ценой деления 0,02—0,04 на 1000 мм), который устанавливается на призме (фиг. 97,а). Допустимое отклонение от горизонтальности 0,02 мм на 1000 мм.

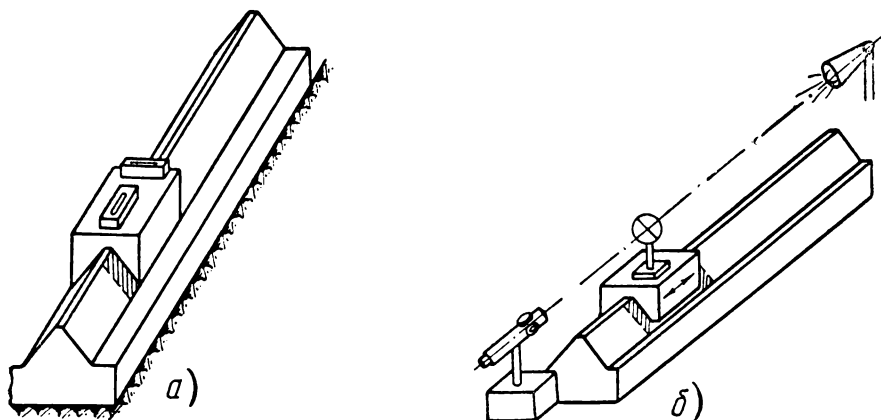
Затем по линейке и мостику с проверкой горизонтальности уровнем шабрится вторая направляющая. Уровень устанавливается на верхней площадке мостика (фиг. 96). Показания уровня в поперечном направлении должны быть одинаковыми по всей длине направляющих. Шабровка считается законченной, когда призмы мостика красят равномерно плоскости I, II, III, IV, и уровень на мостике показывает одно и то же отклонение (не свыше 0,02 мм на 1000 мм) на всем протяжении направляющих.

Шабровка направляющих стола длиной свыше 2500 мм. У длинных столов также сначала шабруют более изношенную направляющую. Перед шабровкой устанавливают оптическую трубу. Трубу настраивают по концам направляющей, марку устанавливают на призме (фиг. 97,б). Передвижением призмы вдоль направляющих или по графику состояния направляющих определяют наиболее изношенное место на направляющей, на котором пришабривают 1-й маяк. Маяк вышабривается при помощи мостика по краске одновременно на обеих направляющих с контролем при помощи уровня (см. фиг. 96). Уровень устанавливают на мостике в продольном и поперечном положениях. Пришабрить маяк так, чтобы уровень, установленный на мостике, показывал горизонтальность в пределах

допуска, затруднений не представляет, но маяк может быть перекошен по отношению к продольной оси призматической направляющей. Во избежание этого маяк расшабривают по длине до двух длин призм мостика с одновременной проверкой по оптической трубе (см. фиг. 97, б). Оптическую трубу можно заменить микроскопом со струной или же микрометром со струной (для направляющих длиной до 8000 мм). Первый маяк считается контрольным.

На расстояниях, перекрываемых линейкой, вышабривают маяки длиной, равной двойной длине призмы.

Маяки на горизонтальность проверяются уровнем, устанавливаемым в продольном и поперечном направлениях. Сравнение высоты маяков с высотой контрольного маяка проводится при помощи оптической трубы или линейки и уровня, а проверки на боковое смещение — при помощи трубы или струны и микроскопа.



Фиг. 97. Контроль шабровки:
а — призмой и уровнем; б — оптической трубой.

После пришабровки маяков пришабровываются перемычки между ними.

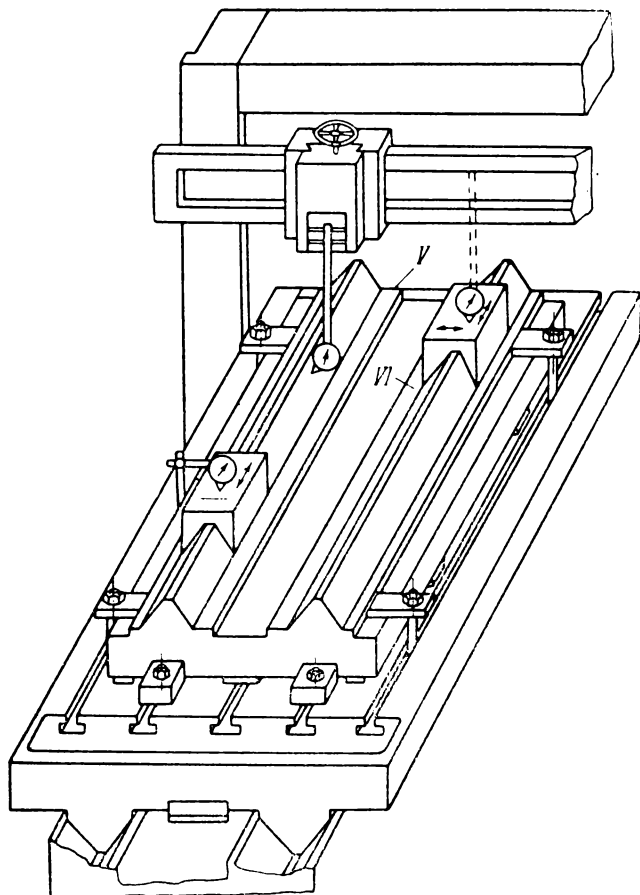
Шабровка ведется по линейке с ориентировкой на маяки и с периодическим контролем при помощи уровня на призме. Уровень устанавливается в продольном и поперечном направлениях. Допустимое отклонение 0,02 мм на 1000 мм. Шабровка считается законченной, когда линейка красит равномерно плоскости маяков, а призма равномерно закрашивает обе грани направляющих.

Вышабрав наиболее изношенную направляющую, приступают к шабровке второй направляющей. Для этого на ней пришабровывают маяки при помощи мостика. Контроль шабровки маяков производится уровнем, устанавливаемым на мостике. Уровень в продольном и поперечном направлениях должен давать те же отклонения, что и на первом (контрольном) маяке. Призмы мостика должны равно-

мерно закрашивать плоскости направляющих. После нанесения маяков поверхности между ними шабруются по линейке.

Окончив шабровку, направляющие через каждые 500 мм проверяют на прямолинейность одним из способов, указанных выше. Допустимое отклонение 0,02 мм на 1000 мм и не более 0,05 мм на всю длину направляющих.

Строгание плоскостей стола под рейку. Глубину строгания определяют по величине слоя металла, снятого при ремонте с направляю-



Фиг. 98. Установка стола для строгания на строгальном станке.

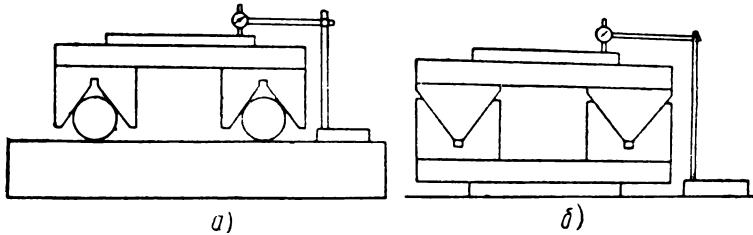
щих стола и станины. Для того, чтобы рейка после ремонта имела правильное зацепление с реечной шестерней, очень важно точно установить стол при строгании его на продольно-строгальном станке. Стол устанавливают на подкладках и выверяют на призмах индикатора.

торами, установленными на столе и супорте станка (фиг. 98). Если призматические направляющие были сильно изношены и нет уверенности в правильности выверки по их плоскостям, лучше проводить выверку по одной из вертикальных поверхностей, строгавшихся за одну установку с призматическими направляющими.

Чтобы избежать прогиба стола при его прикреплении, выверку по призме нужно делать не реже, чем через каждые 500 мм по длине обеих направляющих. Для крепления стола достаточно поставить надежные упоры, а по концам — крепительные планки (на случай подхвата резца), но не затягивать их с большой силой. После строгания направляющих производят строгание плоскостей V и VI на необходимую глубину, зачищают плоскости и ставят рейку на место.

4. РЕМОНТ СТАНИНЫ

Выверка станины перед шабровкой. Прежде чем снимать станину для строгания или приступить к шабровке ее, необходимо подготовить мостик, при помощи которого будут наноситься маяки и контролироваться правильность шабровки.



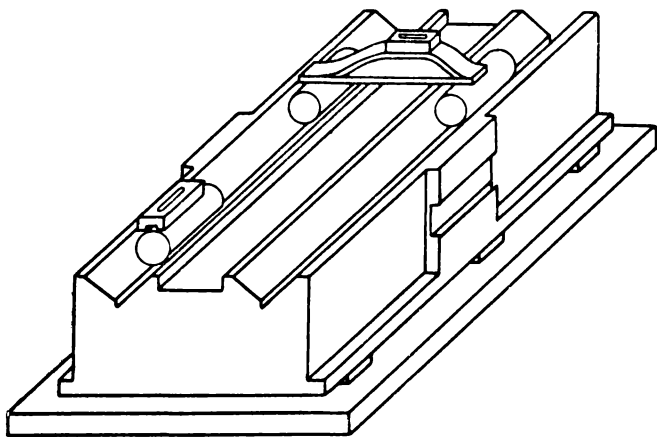
Фиг. 99. Мостик для направляющих стола (а) и для направляющих станины (б).

Для этого выбирается наименее сработанный участок направляющих станины, плоскости этого участка (на длине, равной приблизительно двойной длине призмы мостика) пришабровываются. По этому участку пришабровываются призмы мостика. Торцы призм мостика маркируются в том положении, в котором они пришабровались относительно переднего и заднего концов направляющих станины. В дальнейшем мостик надо ставить только в этом направлении. Изготовить мостик с такой точностью, чтобы его можно было ставить, не обращая внимания на направление, трудно и практически не требуется.

По мостику для станины пришабровывают мостик для стола, который после этого устанавливают при помощи калиброванных валиков на шабровочную плиту точно не ниже 2-го класса и на нем пришабровывают площадку под уровень. Контроль шабровки производится индикатором (фиг. 99, а). Валики подклинивают деревянными или медными клиньями, на которые следует уложить груз, иначе валики при шабровке будут перекатываться.

На той же шабровочной плите по мостику для стола пришабровывается площадка мостика для станины (фиг. 99,б). Маркировка торцев призм переносится на призмы мостика стола. По мостикам можно пришабровывать отдельные призмы, необходимые для проверки.

Перед установкой станины на шабровку решается, за счет чего будут устранены отклонения, замеренные перед разборкой станка. Если отклонения будут устраняться за счет шабровки направляющих станины, то это нужно учесть при установке ее на шабровку. После окончания шабровки направляющих уровень, установленный на верхней площадке мостика, должен показывать горизонтальность станины в поперечном направлении.



Фиг. 100. Установка станины для шабровки.

Если станина для шабровки снимается с фундамента, ее необходимо установить на массивное основание — на плиту или монтажные балки.

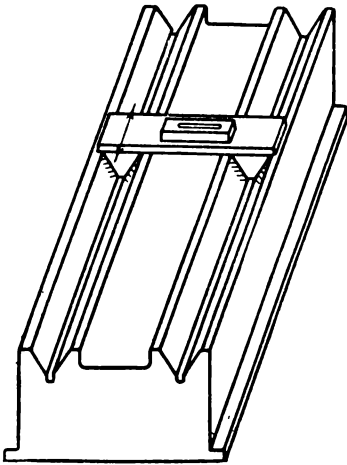
Установку станины проводят на регулируемых клиньях, которые подкладывают под опоры станины. Установку станины проверяют при помощи уровня, калиброванных валиков и линейки (фиг. 100).

Торцы валиков должны быть замаркированы. Валики нужно укладывать при всех проверках данных направляющих всегда в одном и том же направлении и не переставлять с одной направляющей на другую, так как они имеют некоторое расхождение в величине диаметров, которое вполне достаточно, чтобы допустить ошибку при измерениях. Уровни также лучше ставить всегда одной стороной вперед. Направление линейки не следует менять. При проверке станины в продольном направлении путем передвижения уровня, установленного на валике по направляющим, следует обращать внимание на то, чтобы пузырек поперечного уровня находился посредине ампулы.

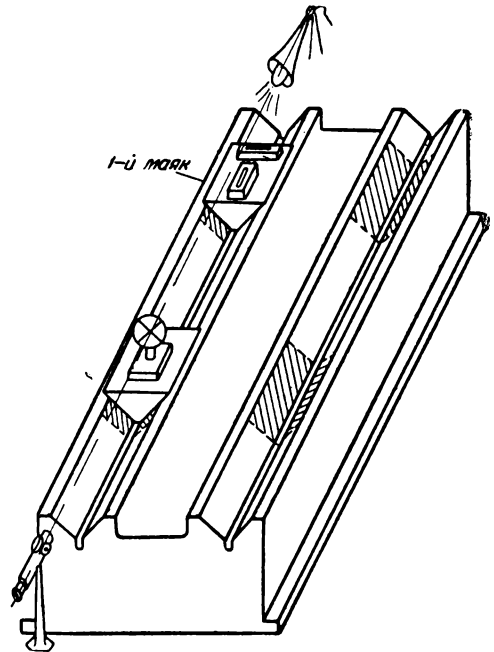
При установке следует руководствоваться графиком состояния направляющих; по нему можно судить, какие отклонения можно выправить правильной установкой и какие нельзя.

Шабровка направляющих. Прежде всего нужно по графику определить на направляющих наиболее изношенный участок и на этом участке вышабрить первый маяк (фиг. 101). Маяк вышабровывается одновременно на плоскостях *I—II* и *III—IV* при помощи мостика по краске с проверкой уровнем горизонтальности в продольном и поперечном направлениях. Уровень устанавливают на мостике. Длина маяка должна быть равной двойной длине призмы мостика. Проверка прямолинейности производится оптической трубой (фиг. 102), которая настраивается по концам направляющих с учетом поправок, даваемых графиком состояния направляющих. Прицельная марка устанавливается на призмах, пригнанных по плоскостям *I—II* и *III—IV*.

По способу, данному при описании шабровки стола, на расстоянии, перекрываемом линейкой, шабруется второй маяк; высота второго маяка контролируется оптической трубой.



Фиг. 101. Нанесение первого маяка на направляющих станины.



Фиг. 102. Проверка прямолинейности направляющих и нанесение маяков с помощью оптической трубы.

Затем при помощи линейки (мостика) пришабровываются направляющие между маяками. Контроль горизонтальности производится уровнем, установленным на призме. Допускаемое отклонение — не более $0,02 \text{ мм}$ на 1000 мм .

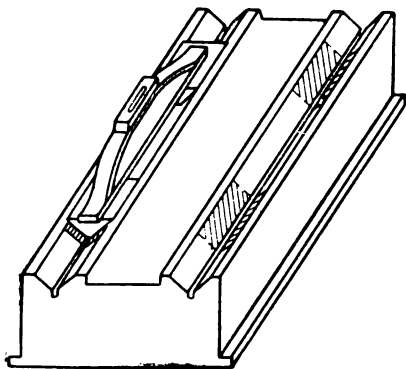
Шабровка считается законченной, когда линейка закрашивает

равномерно оба маяка. После пришабровки участка между маяками проверяют установку оптической трубой и, если потребуется, пере-настраивают ее. Это необходимо потому, что настройка оси этого прибора по концам направляющих, когда они еще не пришаброваны, недостаточно надежна в вертикальной плоскости. Затем наносят остальные маяки и пришабровывают направляющие станины на всей их длине, сначала наиболее изношенную, а затем вторую. Допустимые отклонения плоскостей маяков одного относительно другого (проверка оптической трубой) 0,01 мм.

Контроль шабровки в горизонтальной плоскости производится: в поперечном направлении — уровнем, установленным на мостике, а в продольном направлении — уровнем на валике (см. фиг. 100).

После шабровки производится проверка на прямолинейность при помощи оптической трубы. Марка при этом устанавливается на призме (см. фиг. 102). Замеры производятся через каждые 500 мм по длине направляющих.

Нами описан способ шабровки, при котором маяки (за исключением первого) наносятся одиночной призмой, а затем (после пришабровки первой направляющей) мостиком наносятся маяки на второй направляющей. С таким же успехом можно было бы все маяки наносить сразу на обеих направляющих при помощи мостика. Однако мостик для крупных станков получается довольно тяжелым, а поэтому для них применяют шабровку по одиночной призме.



Фиг. 103. Нанесение маяков с помощью призмы и линейки.

пом или микрометром со струной (для станин длиной не более 8000 мм). Струну настраивают по концам направляющих.

Углубление маяков контролируется линейкой с уложенным на ней уровнем с ценой деления 0,02—0,04 мм на 1000 мм (фиг. 103). При этом способе для одновременного нанесения маяков на обеих направляющих требуется два мостика, изготовление которых довольно сложно. Поэтому шабровку направляющих ведут поочередно, нанося маяки одиночными призмами, изготовление которых весьма просто.

Наносить сразу все маяки не рекомендуется, так как некоторые из них могут оказаться заниженными, что обычно выясняется при

Шабровка направляющих без помощи оптической трубы. Метод шабровки в данном случае мало отличается от предыдущего. Прямолинейность в горизонтальной плоскости выверяется микроскопом

окончании шабровки всей направляющей. После пришабровки участка направляющих между двумя первыми маяками по ту и другую сторону от них пришабривают еще по одному маяку и вслед за этим шабруют промежутки по всей длине направляющей и т. д.

После шабровки каждого отдельного участка направляющих обязательно тщательно контролируют прямолинейность всей пришабренной длины направляющих. Микроскоп со струной можно заменить контрольной линейкой длиной 3000 мм и индикатором. Линейка укладывается горизонтально на станину вдоль направляющей. Индикатор укрепляется на мостике или на отдельной призме. Пуговка индикатора упирается в рабочую грань линейки. При этом способе проверки линейка заменяет струну, а индикатор — микроскоп. Линейка накладывается на две строго выверенные в горизонтальной плоскости опоры. Расстояние между опорами должно составлять 0,554 длины линейки. Концы линейки, свешивающиеся с опор, должны быть одинаковой длины. При этих условиях получается наименьший прогиб линейки от собственного веса.

Для длинных станин этот способ громоздок и недостаточно надежен. Линейка длиной более 3 м, уложенная на свое широкое основание, оказывается недостаточно жесткой и дает большой прогиб, уменьшить который за счет увеличения числа опор больше двух нельзя, так как выверить линейку на трех опорах практически невозможно.

После пришабровки направляющих станины и стола в отдельности выполняется окончательная пришабровка их друг к другу по краске. Краска наносится на направляющие стола.

5. РЕМОНТ СТОЕК И ТРАВЕРСЫ

Стойка одностоечного станка. Стойка устанавливается плоскостями *I* — *II* вверх (фиг. 104). При установке в продольном направлении стойки выверяются уровнем по закерненным участкам *aa* плоскостей *I* и *II*, по которым производились замеры перед разборкой.

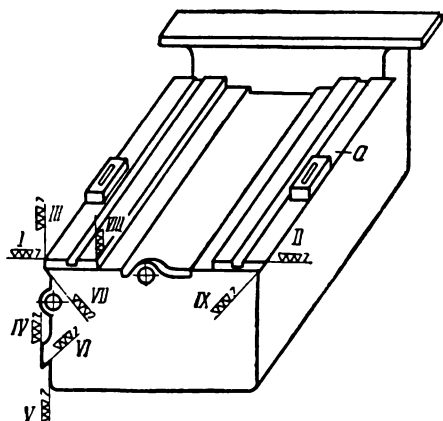
В поперечном направлении выверка делается уровнем, уложенным на линейку, которая, в свою очередь, ставится на калиброванные плитки одинаковой толщины (фиг. 105). Линейка, так же как и уровень, устанавливается на закерненном участке. Установка в продольном и поперечном направлениях производится с учетом ликвидации шабровкой имевшихся отклонений в этих направлениях.

После установки и проверки плоскости *I* и *II* (фиг. 104 и 105) шабруют по линейке и плите с последующим контролем уровнем в продольном и поперечном направлениях.

Допустимое отклонение от горизонтальности в продольном направлении 0,02 мм на 1000 мм с повышением в сторону, противоположную привалочной плоскости. Отклонение в поперечном направлении 0,02 мм на 1000 мм.

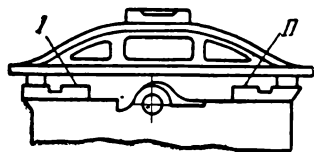
После пришабровки плоскостей *I* и *II* стойка поворачивается

плоскостями *III—IV* (фиг. 106) вверх. Выверка в продольном направлении производится уровнем по закерненному участку плоскостей *III* и *IV*, а в поперечном направлении — по плоскостям *I—II* при помощи рамного уровня *a* с ценой деления $0,02—0,04$ мм на 1000 мм (фиг. 106).



Фиг. 104. Шабровка направляющих стойки одностоечных станков.

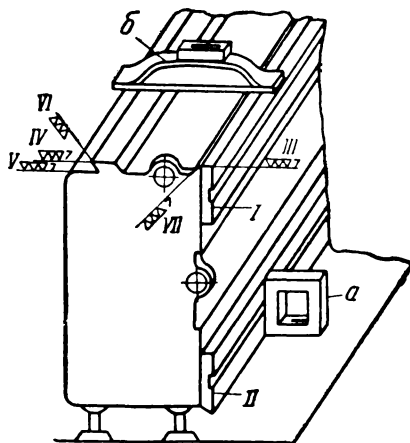
После выверки плоскостей *I* и *II* проверяются отклонения от прямого угла, угла между плоскостями *I—II* и *III—IV*, по которым судят о характере и объеме шабровки. Затем по ли-



Фиг. 105. Проверка установки с помощью линейки и уровня.

нейке и плите пришабривают плоскости *III—IV* с периодическим контролем при помощи уровня в продольном и поперечном направлениях. В продольном направлении уровень укладывается на плоскости *III—IV*, в поперечном — на линейку *б*. Допустимые отклонения от прямолинейности $0,02$ мм на 1000 мм.

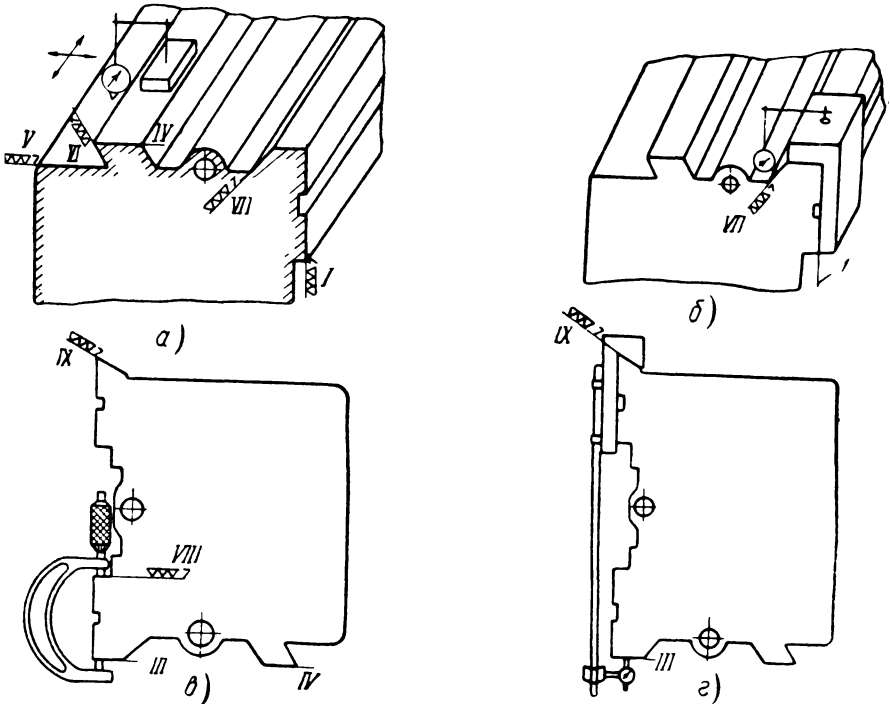
При этой же установке стойки пришабриваются плоскости *V, VI* и *VII* (см. фиг. 104, 106). Плоскости *V* и *VI* шабруются с проверкой параллельности плоскости *V* к плоскости *IV* индикатором (фиг. 107,а). Параллельность плоскости *VI* к плоскости *I* проверяется микрометром. Плоскость *VII* шабруется по угловой призме с проверкой параллельности к плоскости *I* (фиг. 107,б). Допустимые отклонения плоскости *V, VI* и *VII* от параллельности $0,02$ мм на всю длину направляющих.



Фиг. 106. Выверка установки стойки для шабровки.

Для шабровки плоскостей *VIII* и *IX* (см. фиг. 104) стойка переставляется плоскостями *III* и *IV* вниз. Плоскость *VIII* шабрит-

ся по трехгранной линейке, причем параллельность к плоскости III проверяется при помощи микрометра (фиг. 107,в). Допустимое отклонение 0,02 мм на всю длину направляющих. Плоскость IX шабруется по линейке и угловой призме с проверкой параллельности к плоскости III индикатором, укрепленным на угловой призме (фиг. 107,г). Допустимое отклонение 0,02 мм на всю длину направляющих.



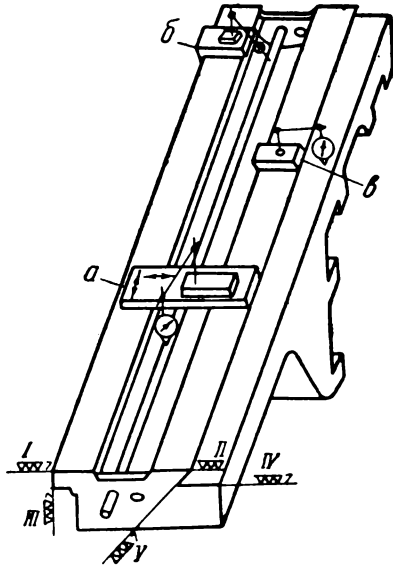
Фиг. 107. Шабровка и контроль:

а — плоскости VI; б — плоскости VII; в — плоскости VIII; г — плоскости IX.

Траверса одностоечного станка. Шабровка траверсы одностоечного станка представляет значительную трудность. Для контроля шабровки направляющих требуются сложные приспособления, изготовление которых нерентабельно, так как таких станков обычно бывает немного. Поэтому, несмотря на громоздкость, можно допустить пригонку плоскостей траверсы пришабровкой по соответствующим плоскостям стойки.

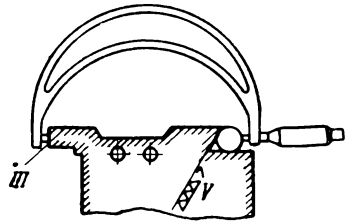
Работа начинается с шабровки направляющих для супорта, которые являются базой при шабровке остальных поверхностей траверсы. Для этой операции траверса устанавливается на козлы пло-

скостями *I—II* вверх (фиг. 108). Эти плоскости выверяются по уровню (положение *a*) в продольном и поперечном направлениях, а затем шабруются по линейке и плите с проверкой параллельности к оси ходового винта. Проверка производится индикатором, закрепленным на плите или на линейке. Замеры производятся около концов траверсы. Допустимые отклонения не более 0,1 мм.

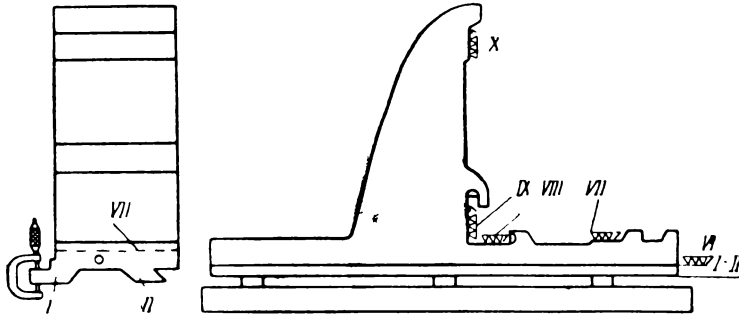


Фиг. 108. Установка траверсы для шабровки.

Затем по контрольной линейке и угловой призме (положение *б*) с проверкой параллельности к оси ходового винта шабруется плоскость *III*. Индикатор при этом устанавливается на угловой призме. Допустимое отклонение по концам траверсы 0,1 мм.



Фиг. 109. Контроль шабровки плоскости *V*.



Фиг. 110. Установка траверсы для шабровки.

Угол между плоскостью *III* и плоскостью *I* проверяется с помощью угловой призмы по краске. Плоскость *IV* шабруется по трехгранной линейке (положение *в*), причем параллельность ее к плоскости *II* проверяется индикатором. Отклонение от параллельности допускается 0,02 мм на всю длину.

Плоскость *V* шабруется трехгранной линейкой с проверкой парал-

лельности к плоскости *III* при помощи микрометра и калиброванного валика (фиг. 109). Отклонение от параллельности допускается $0,02$ мм на всю длину.

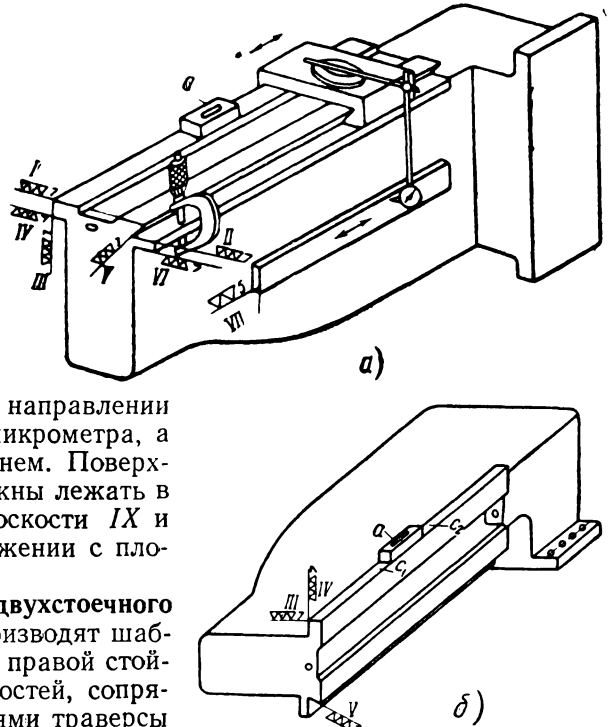
После пришабровки плоскости *V* траверсу переставляют на выверенную в горизонтальной плоскости плиту или на балки (фиг. 110). Под плоскости *I* и *II* подкладывают призмы одинаковой толщины. Первой

пришабровывается плоскость *VI*. Шабровка производится по линейке с проверкой параллельности к плоскости *I* при помощи микрометра. Допустимое отклонение $0,02$ мм на всю длину. Плоскости *VII* и *VIII* шабруются по трехгранной линейке с проверкой параллельности к плоскости *I* в продольном направлении также при помощи микрометра, а в поперечном — уровнем. Поверхности *VII* и *VIII* должны лежать в одной плоскости. Плоскости *IX* и *X* шабруются в сопряжении с плоскостями стойки.

Шабровка стоек двухстоечного станка. В начале производят шабровку направляющих правой стойки. Шабровку плоскостей, сопрягающихся с плоскостями траверсы и бокового супорта, удобнее всего производить, если ее можно контролировать уровнем. Поэтому стойку надо установить плоскостями *I* и *II* вверх. Выверка установки производится по закерненным участкам (фиг. 111,а) при помощи уровня. Выверку и установку проводят с учетом устранения шабровкой отклонений, обнаруженных при замерах, сделанных перед разборкой стойки.

После выверки и надежной установки стойки производят шабровку плоскости *I* по линейке и плите, периодически контролируя горизонтальность уровнем. Допустимое отклонение в продольном направлении $0,03$ мм на 1000 мм, допустимое отклонение осей подшипников подъемного винта $0,1$ мм.

Плоскость *II* пришабровывают по контрольной и трехгранной ли-



Фиг. 111. Установка стойки для шабровки:
а — плоскости *V*; б — плоскости *III*.

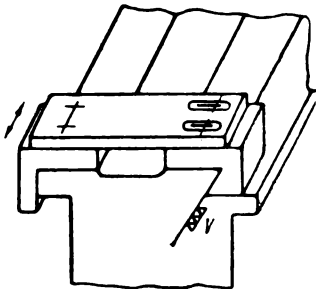
нейкам, проверяя индикатором параллельность к плоскости *I*. Плоскость *VI* шабруется по трехгранной контрольной линейке с проверкой параллельности к плоскости *II* микрометрической скобой.

Плоскости *III* и *V* удобно было бы шабровать при этой же установке, но этого сделать нельзя, так как плоскость *III* является основной плоскостью, фиксирующей правильное движение траверсы относительно направляющих станины, и шабровать ее в произвольном направлении нельзя (при указанном расположении стойки нет базы для контроля шабровки). Плоскость *V* должна шаброваться параллельно плоскости *III*, поэтому стойку переставляют плоскостью *III* вверх. Выверка плоскости *II* в продольном направлении производится уровнем *a*, установленным на закерненном участке $C_1 - C_2$ (фиг. 111,б). При установке необходимо обратить внимание на устранение шабровкой отклонений, замеренных перед разборкой станка.

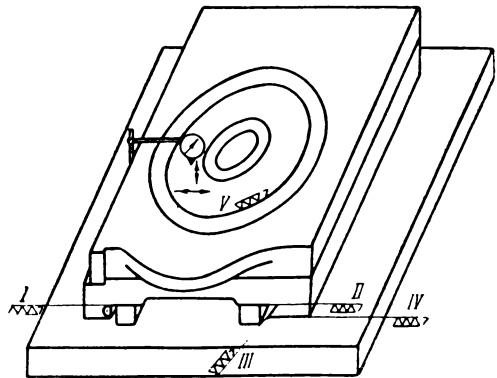
После выверки и надежного закрепления стойки производится шабровка плоскости *III* по линейке и угловой призме, с проверкой горизонтальности уровнем в продольном направлении. Допустимое отклонение от горизонтальности 0,02 мм на 1000 мм.

Плоскость *IV* шабруется по линейке, причем параллельность ее к плоскости *I* проверяется при помощи микрометра. Допускаемое отклонение 0,02 мм на всю длину направляющей. После пришабровки плоскости *IV* стойку вновь переставляют плоскостями *I - II* вверх (см. фиг. 111,а) и пришабровывают плоскость *V* по трехгранной линейке и приспособлению, состоящему из двух соединенных призм (фиг. 112).

Окончательную проверку параллельности плоскости *V* к плоскости *III* производят при помощи микрометра и калиброванного валика (см. фиг. 109). Допустимые отклонения от параллельности 0,02 мм на всю



Фиг. 112. Шабровка плоскости *V*.



Фиг. 113. Контроль шабровки плоскости *V*.

длину. Плоскость *VII* (см. фиг. 111,а) служит для зажима траверсы и в точной выверке и шабровке не нуждается. При необходимости выправить ее контроль можно вести индикатором, укрепленным на

плоту бокового супорта или на приспособлении из призм (см. фиг. 112).

Шабровка и контроль по скрепленным призмам могут быть заменены во всех случаях шабровкой по одной призме с контролем ее индикатором, укрепленным на другой призме.

Методы установки и выверки, последовательность шабровки и нормы точности для левой стойки те же, что и для правой стойки.

Плот бокового супорта. Плоскости *I*, *II*, *III* и *IV* (фиг. 113) плота бокового супорта удобнее всего пришабрить по сопрягающимся плоскостям, а затем, установив плот на плите на плитки одинаковой толщины, пришабрить плоскость *V* по плите, с одновременной проверкой параллельности к плоскостям *I*, *IV* индикатором в продольном и поперечном направлениях.

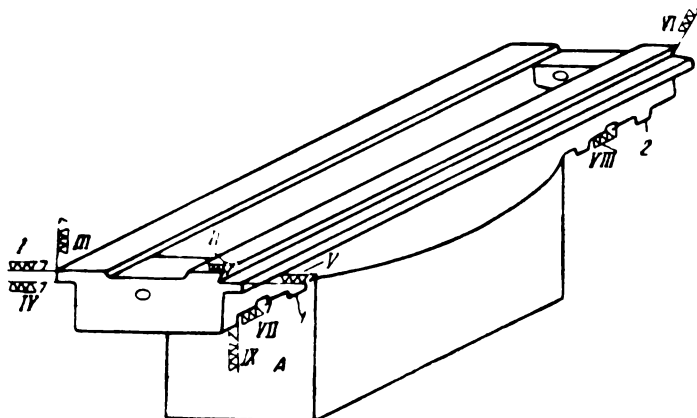
Если плот шабрится одновременно со стойкой, то пользоваться стойкой для шабровки плоскостей плота не представляется возможным. В этих случаях плот шабрится отдельно от стойки, но плоскости *I*, *II* и *III* шабруются предварительно до 3—4 пятен на краску, плоскость же *IV* не шабрится, а лишь припиливается (если это требуется) по шаблону, снятому со стойки для плоскостей *II*, *III* и *IV*. Трудность чистовой шабровки плота отдельно от стойки заключается в том, что в данном случае необходимо точно пригнать одновременно две плоскости *II* и *IV*, а это требует очень точных и потому дорогих призм и контрпризм. В связи с этим такую шабровку нужно считать нецелесообразной.

Предварительная шабровка выполняется в следующем порядке. Сначала шабруются круговые направляющие для поворотных салазок. Шабровка производится по плите на краску. Затем плот ставят на шабровочную плиту плоскостями *I* и *II* вверх и шабруют плоскости *I*, *II* и *III* при помощи линейек по краске. Контроль прямолинейности и параллельности плоскостей *I* и *II* проводят индикатором от плоскости шабровочной плиты, на которой уложен плот. Угол между плоскостями *II* и *III* контролируют угловой призмой. После пришабровки плоскостей *II* и *III* припиливают по шаблону плоскость *IV* с припуском на шабровку. Шабровка плоскости *IV* и чистовая шабровка плоскостей *I*, *II* и *III* выполняется по сопрягающимся плоскостям стойки с проверкой по краске.

Траверса двухстоечного станка. Для шабровки направляющих супорта траверсу следует правильно установить и выверить по уровню в продольном и поперечном направлениях (фиг. 114). Под консольные части траверсы *1* и *2* надо установить добавочные подпорки или домкраты ближе к плоскости *A*. Плоскости *I* и *II* шабруются по плите и линейке с проверкой уровнем в продольном и поперечном направлениях. В продольном направлении уровень устанавливается на плоскостях *I* и *II*. В поперечном направлении (при больших расстояниях между плоскостями *I* и *II*) уровень устанавливается на линейке. Допускаемые отклонения 0,02 мм на 1000 мм. Контроль параллельности плоскостей *I* и *II* к оси винта подачи супорта произ-

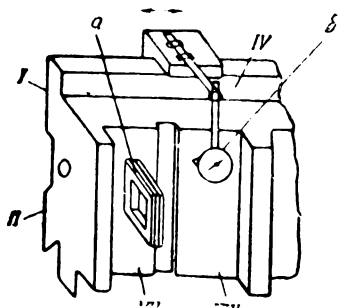
водится индикатором (см. фиг. 108) у концов винта. Допустимые отклонения от параллельности $0,1 \text{ мм}$.

Плоскость *III* шабруется по линейке и угловой призме, с проверкой параллельности к оси винта подачи супорта. Методы замеров и

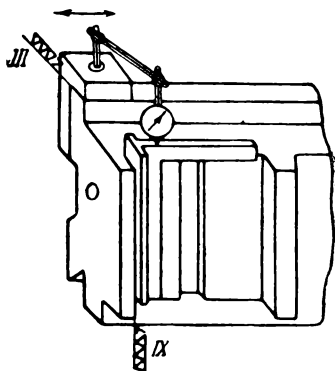


Фиг. 114. Траверса.

допустимые отклонения те же, что и в предыдущем случае. Угол проверяется по призме по краске.



Фиг. 115. Установка траверсы для шабровки.



Фиг. 116. Контроль шабровки плоскости IX.

Плоскости *V—VI* шабруются по трехгранной и контрольной линейкам с проверкой индикатором параллельности к плоскостям *I, II* и *III*. Допустимые отклонения $0,02 \text{ мм}$ на всю длину направляющей.

Остальные плоскости можно было бы пришабрить, не меняя установки траверсы, но практика показывает, что, несмотря на громоздкость детали, ее всегда выгоднее переставить, чем шабрить в неудобном положении. Поэтому траверсу следует переставить (фиг. 115).

В вертикальной плоскости траверса выверяется при помощи рамного уровня, устанавливаемого на плоскости *I* и *II*. В горизонтальной плоскости выверка проводится уровнем, установленным на плоскости *III* (фиг. 116).

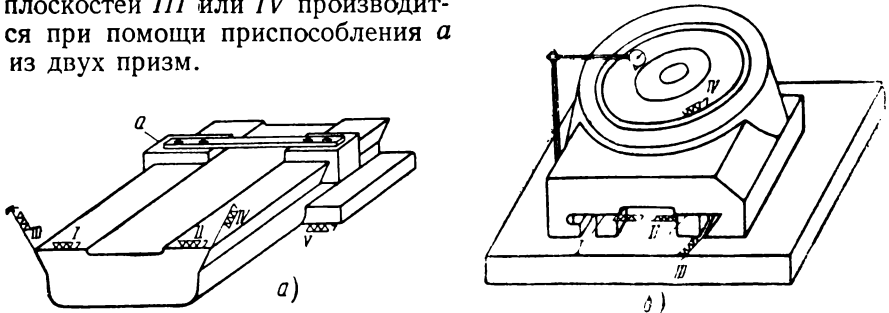
Плоскость *IV* шабруется по линейке, с проверкой параллельности к плоскости *I* при помощи микрометра. Допускаемые отклонения 0,02 мм на всю длину направляющей. Поверхности *VII* и *VIII* (см. фиг. 114) шабруются по короткой линейке или по плитке с проверкой параллельности к плоскостям *I* и *II* в продольном направлении при помощи индикатора. Допускаемое отклонение 0,02 мм. Индикатором же проверяется, находятся ли поверхности *VII* и *VIII* в одной плоскости. Проверка в вертикальной плоскости проводится рамным уровнем *a*.

Плоскость *IX* (см. фиг. 114) пришабривается по трехгранной линейке, с проверкой перпендикулярности к плоскости *III* (фиг. 116) при помощи угольника и индикатора. При замере необходимо учитывать погрешность применяемого угольника. Допустимое отклонение 0,02 мм на 300 мм.

Для окончательной пригонки траверсу устанавливают на стойки и передвигают по их направляющим. Механизм подъема траверсы к этому времени должен быть собран. Направляющие стоек покрываются краской. Передвинув траверсу по направляющим 2—3 раза, ее снимают и окончательно пришабривают плоскости *VII* и *VIII*. Таким же образом пришабривают и рабочие плоскости прижимных планок траверсы, причем иногда приходится несколько подшабривать и плоскости *III* и *V* правой и левой стоек (для достижения плавного перемещения траверсы по направляющим стоек).

6. РЕМОНТ СУПОРТОВ

Плоскости *I* и *II* резовых салазок бокового супорта (фиг. 117) шабруют по плите и линейке по краске. Плоскости *III* и *IV* шабруют по угловым призмам и линейке. Окончательная пришабровка одной из плоскостей *III* или *IV* производится при помощи приспособления *a* из двух призм.

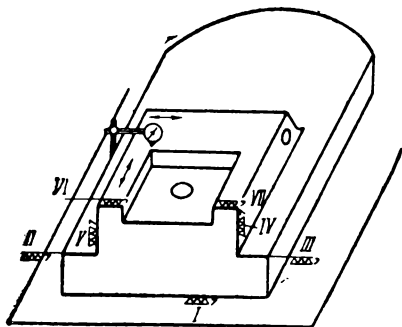


Фиг. 117. Шаберка плоскостей *I*, *II*, *III* и *IV*:

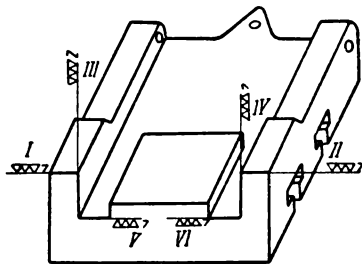
a — резовых салазок; *b* — поворотных салазок.

Контроль параллельности плоскостей можно вести также индикатором, укрепленным на одной из призм. В этом случае можно обойтись без приспособления.

Плоскость *V* пришабривают при установке супорта плоскостями *I* и *II* на шабровочную плиту. Параллельность плоскости *V* к плоскостям *I* и *II* контролируется индикатором от плоскости шабровочной плиты.



Фиг. 118. Поворотная доска бокового супорта.



Фиг. 119. Доска резцедержателя.

Пригонка плоскостей поворотных салазок начинается с пришабровки плоскостей *I*, *II* и *III* на краску по сопрягающимся плоскостям резцовых салазок.

Плоскость *IV* шабруют по плите на краску. Контроль шабровки производится индикатором. Для контроля поворотные салазки шабруют на шабровочной плите и устанавливают на призмы одинаковой толщины.

После пришабровки плоскость *IV* проверяют на краску по соответствующей плоскости плота супорта. Затем пришабривают по месту клин поворотных салазок.

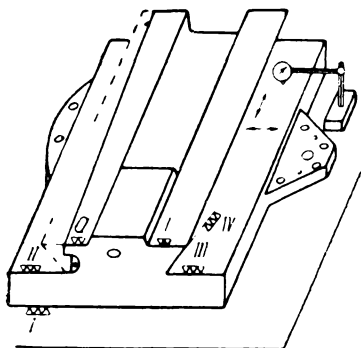
В поворотной доске бокового супорта плоскость *I* (фиг. 118) пришабривают по шабровочной плите на краску с последующей пригонкой по сопрягающейся плоскости резцовых салазок. Плоскости *II* и *III* шабруют по трехгранной линейке, с контролем микрометром или индикатором на шабровочной плите параллельности к плоскости *I*.

Плоскости *IV* и *V* шабруют по угловой призме (с углом 90°) на краску с проверкой параллельности между ними микрометром. Допускается отклонение $0,02$ мм на всю длину. Плоскости *VI* и *VII* шабруются по плите с проверкой индикатором параллельности к плоскости *I*.

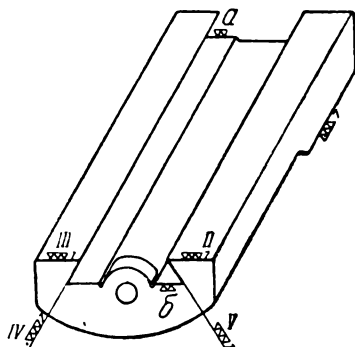
Плоскости *I*, *II*, *III*, *IV*, *V* и *VI* доски резцедержателя (фиг. 119) припасовываются на краску по сопрягающимся плоскостям поворотной доски.

В поворотных салазках вертикального супорта плоскость *I* (фиг. 120) шабруют по плите и спаривают по сопряженной плоскости плота супорта на кромку. После пришабровки плоскости *I* са-

Лазки укладывают на шабровочную плиту и производят шабровку остальных поверхностей (*II*, *III*, *IV*) при помощи трехгранной линейки и с контролем шабровки индикатором. Плоскости *a*, *b* (фиг. 121) являются нерабочими, поэтому их следует лишь зачистить так, чтобы при сборке они не касались одноименных плоскостей резовых салазок.



Фиг. 120. Поворотные салазки вертикального супорта.



Фиг. 121. Резовые салазки вертикального супорта.

Плоскости *II*, *III* и *IV* резовых салазок вертикального супорта шабруются по сопрягающимся плоскостям салазок на краску. Плоскость *V* шабруется по трехгранной линейке. Плоскость *I* шабруется по линейке с проверкой на краску.

7. ПРОВЕРОЧНОЕ СТРОГАНИЕ СТОЛА

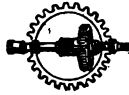
После окончательной сборки и выверки необходимо прострогать верхнюю плоскость стола. Перед строганием необходимо проверить по уровню положение траверсы и стоек. После строгания производят шпаклевку и покраску наружных нерабочих поверхностей станка. Внутренние нерабочие поверхности следует шпаклевать и красить перед сборкой станка. Нанесение надписей, даты ремонта и последующая сдача ОТК производится так же, как у токарных станков.

При строгании стола снимается стружка минимального размера.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие проверки необходимо делать перед ремонтом продольно-строгального станка?
2. Какими инструментами проверяются отклонения направляющих станины к горизонтальной и вертикальной плоскостям?
3. Как нужно устанавливать стол станка перед шабровкой направляющих?

4. В какой последовательности ведется шабровка направляющих стола с помощью маяков и мостика?
5. Как изготавливаются мостики для шабровки направляющих стола и станины?
6. Как устанавливаются станины перед шабровкой направляющих?
7. Почему нужна определенная система установки калиброванных валиков, мостиков, призм и т. п. при шабровке направляющих?
8. Почему плоскости траверсы одностоечных станков обычно пришабровываются по плоскости стойки, а не при помощи приспособлений?





ГЛАВА XIV

РЕМОНТ ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА

1. ПРОВЕРКИ ПЕРЕД РАЗБОРКОЙ СТАНКА

В нашей промышленности применяются многие типы фрезерных станков: горизонтальные, универсальные, вертикальные и специальные. Способы ремонта основных деталей общие для всех этих станков, поэтому здесь описывается лишь ремонт основных деталей вертикально-фрезерных станков. Зная ремонт станков этого типа и продольно-строгальных станков, легко по аналогии составить технологию ремонта фрезерных станков других типов.

Как и при ремонте токарных и строгальных станков, разборке станка для ремонта должна предшествовать проверка его. Наиболее необходимыми для вертикально-фрезерных станков перед разборкой следует считать следующие две проверки.

1. Проверка перпендикулярности направляющих консоли (для стола) к направляющим станины. Эта проверка проводится посредством угольника на линейке, устанавливаемой на направляющих консоли (фиг. 122, положение *а*). Угольник и линейка должны быть аттестованы, причем имеющиеся у них погрешности необходимо учитывать при замерах.

Под концы линейки прокладывают плитки одинаковой толщины. В шпindelь станка укрепляется индикатор, пуговка которого упирается в вертикальную плоскость угольника. Консоль передвигается вверх и вниз. Величина передвижения замеряется, и отклонение пересчитывается на длину 1000 мм. Перед проведением проверки необходимо подтянуть прижимные планки и отрегулировать клинья консоли и шпindelльной каретки.

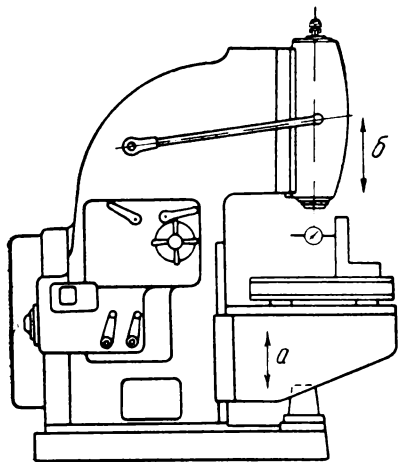
2. Проверка параллельности вертикального перемещения шпindelльной каретки к направляющим станины. Проверка производится так же, как и первая, только движение сообщается не консоли, а шпindelльной каретке (фиг. 122, положение *б*).

2. РЕМОНТ СТАНИНЫ

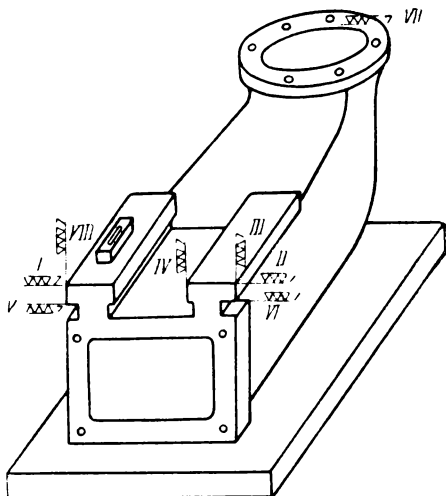
Выверка станины перед шабровкой. Для шабровки станину следует установить направляющими вверх и добиться горизонтальности направляющих с помощью регулировочных клиньев и уровня (с це-

ной деления 0,02—0,04 мм на 1000 мм). Базой для выверки являются плоскости *I* и *II* (фиг. 123). Для выверки в поперечном направлении уровень устанавливается на линейку или на мостике с пришабренной для уровня площадкой.

После выверки направляющих *I* и *II* нужно проконтролировать уровень, установленным на линейке, горизонтальность плоскости *VII* в продольном и поперечном направлениях. В случае настолько больших отклонений плоскости *VII* от горизонтальности, что они не устраняются зачисткой, необходимо станину переустановить и выверить



Фиг. 122. Основные проверки фрезерного станка перед ремонтом.



Фиг. 123. Станина.

плоскость *VII* на горизонтальность, а плоскости *I* и *II* подогнать на параллельность к плоскости *VII* при шабровке.

Если после ремонта плоскость *VII* не будет параллельна плоскостям *I* и *II*, то при работе шпинделем с установкой его под углом будут искажения обрабатываемых поверхностей.

Шабровка направляющих станины. После установки и выверки станины шабруются плоскости *I* и *II* (см. фиг. 123) по линейке или плите по краске с проверкой параллельности к плоскости *VII*, которая пришабровывается одновременно. Проверка производится в продольном и поперечном направлениях. Допускаемое отклонение 0,04 мм на 1000 мм.

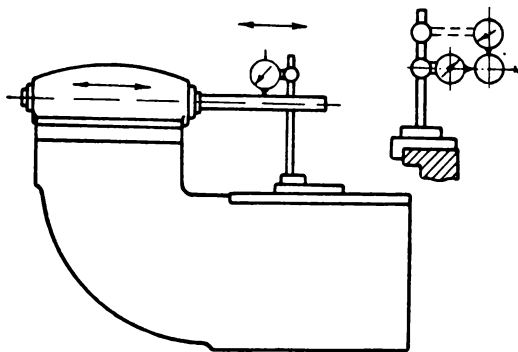
У станины вертикальная плоскость *VIII* нерабочая, но она чисто обработана за одну установку с остальными вертикальными плоскостями, а потому ее можно принимать за контрольную базу для пригонки вертикальных плоскостей. Контрольную плоскость *VIII* следует зачистить от забоин и других неровностей и пришабрить по линейке и угловой призме на краску.

Плоскость *III* пришабровывают по линейке и угловой призме на

краску. Эта плоскость должна быть параллельна контрольной плоскости *VIII*. Допускаемые отклонения от параллельности 0,05 мм. Проверку параллельности проводят микрометром.

Плоскость *IV* после шабровки по линейке и угловой призме на краску проверяется микрометром на параллельность к плоскости *III*. Допускаемые отклонения от параллельности 0,02 мм.

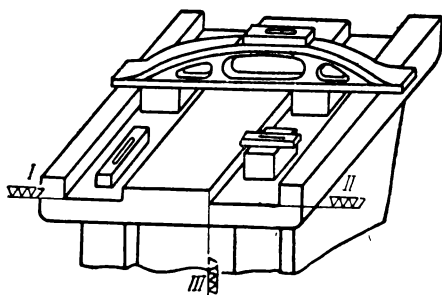
Если станина имеет направляющие салазок шпинделя, то при шабровке необходимо добиться параллельности этих направляющих к направляющим консоли стола станка (фиг. 124). Проверка проводится в вертикальной и горизонтальной плоскостях индикатором на контрольной оправке, вставленной в шпиндель станка. Основание салазок шпинделя пришабривается перед этой проверкой по сопрягающимся с ним направляющим станины.



Фиг. 124. Проверка параллельности осей шпинделя к направляющим станины.

Шабровка консоли.

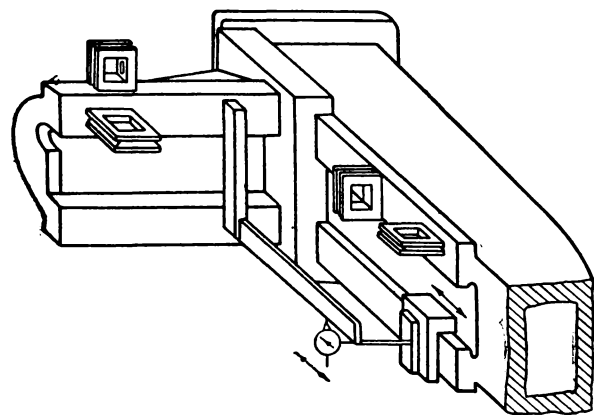
Консоль устанавливается плоскостями *I* и *II* вверх и производится пришабровка этих плоскостей (фиг. 125) по трехгранной линейке на краску с проверкой уровнем горизонтальности в продольном и поперечном направлениях.



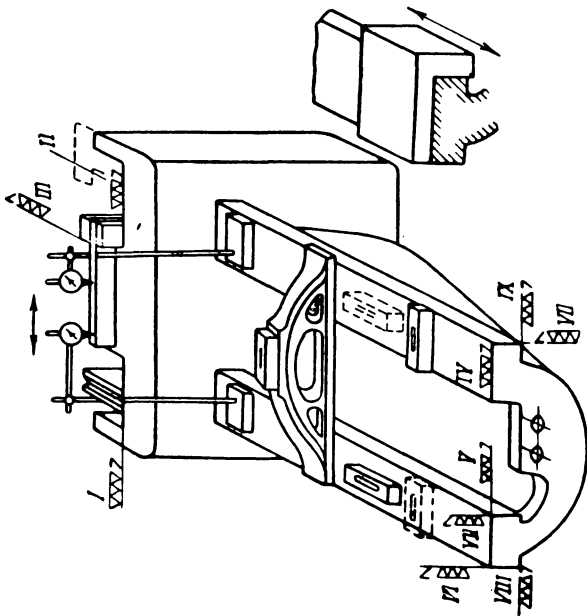
Фиг. 125. Контроль шабровки плоскостей *I* и *II* консоли.

При замерах горизонтальности в продольном направлении уровень устанавливается на направляющие *I—II*. При замерах горизонтальности в поперечном направлении уровень устанавливают на призме и на линейке (мостике) с подложенными под ее концы калиброванными призмами одинаковой высоты. После этого шабруют плоскость *III* на верность по трехгранной линейке по краске. Шабрить плоскость *III* окончательно нельзя из-за отсутствия надежной базы для контроля ее направления.

Для продолжения шабровки консоль устанавливают плоскостями *I* и *II* вертикально (фиг. 126) и выверяют по рамному уровню с ценой деления 0,02—0,04 мм на 1000 мм, прикладывая его к пло-



Фиг. 127. Проверка расположения направляющих консоли относительно направляющих станины.



Фиг. 126. Установка консоли для шабровки плоскостей IV, V, VI, VII, VIII и IX.

скостям *I* и *II*. Для выверки в поперечном направлении уровень устанавливают на линейке (мостике) на плоскостях *IV* и *V*. После выверки пришабривают плоскости *IV* и *V* по линейке и плите с проверкой уровнем перпендикулярности в продольном направлении к плоскостям *I* и *II*.

Кроме того, проводят проверку перпендикулярности плоскостей *IV* и *V* в поперечном направлении к плоскости *III*. Эту проверку проводят с помощью угольника, прижатого к плоскости *III* и индикатора, устанавливаемого на плоскостях *IV* и *V*. Пуговку индикатора передвигают вдоль узкой стороны угольника. Отклонения от перпендикулярности в продольном направлении допускаются 0,03 мм на 300 мм только в сторону повышения конца консоли. Отклонения в поперечном направлении допускаются 0,02 мм на 300 мм. Если окажется, что плоскость *III* имеет значительные отклонения от перпендикулярности к плоскостям *IV* и *V* в поперечном направлении, то лучше эти отклонения выводить за счет шабровки плоскости *III*, так как площадь ее во много раз меньше, чем площади поверхностей *IV* и *V*.

Плоскость *VI* должна быть перпендикулярна к плоскостям *I* и *II*. Ее пришабривают по линейке и угловой призме. Контролировать шабровку плоскости *VI* в положении консоли, показанном на фиг. 126, затруднительно, поэтому необходимо или консоль переставить так, чтобы плоскость *VI* была расположена горизонтально, а плоскости *I* и *II* вертикально, или же окончательную выверку плоскости *VI* делать после постановки консоли на станину (фиг. 127). Отклонение от перпендикулярности допускается не более 0,04 мм на 1000 мм.

Шабровку плоскости *VII* ведут по линейке и угловой призме на краску с проверкой микрометром параллельности к плоскости *VI*. Отклонение на всю длину направляющей допускается до 0,03 мм.

Плоскости *VIII* и *IX* пришабривают после перевертывания консоли по линейке на краску с проверкой микрометром параллельности этих плоскостей к плоскостям *IV* и *V*. Отклонение от параллельности допускается до 0,03 мм на всю длину направляющих.

Окончательную пришабровку плоскостей *I*, *II* и *III* проводят по сопрягающимся плоскостям станины на краску с проверкой рамным уровнем перпендикулярности к плоскостям *IV* и *V* в продольном направлении и плоскости *VI* в поперечном направлении. Места установки уровня при проверке указаны на фиг. 127.

Кроме того, проводят проверку перпендикулярности плоскости *III* к плоскостям *IV* и *V* при помощи индикатора, установленного на угловой призме, и угольника, прикладываемого одним ребром к плоскостям *IV* и *V*. Индикатор передвигают вдоль направляющих станины. Отклонения от перпендикулярности допускаются в поперечном направлении 0,03 мм на длине 300 мм и в продольном направлении 0,03 мм на длине 300 мм в сторону подъема конца консоли.

3. РЕМОНТ СТОЛА

Если рабочая плоскость стола VII (фиг. 128) имеет большие за- боины и другие неровности, которые трудно вывести опиловкой или шабровкой, то эту плоскость нужно прострогать. При небольших повреждениях достаточно произвести зачистку плоскости VII.

Перед зачисткой плоскость проверяют на прямолинейность в продольном и поперечном направлениях при помощи линейки с год- лженными плитками (места под плитки предварительно зачищают). Зачистку плоскости VII ведут по плите и линейке на краску до коли- чества пятен 3—4 на квадрат размером 25×25 мм. После этого за- чищают плоскости *a* и *b* направляющего (среднего) паза стола по специальной линейке на краску.

При этом добиваются количество пятен 3—4 на квадрат разме- ром 25×25 мм.

Для подгонки направляющих стол устанавливают плоскостью VI на плиту (фиг. 129). Плоскости I и II пришабривают по линейке (мостику) или по плите на краску с проверкой индикатором парал- лельности к плоскости VII.

Замеры производят посредством передвижения индикатора вдоль и поперек направляющих.

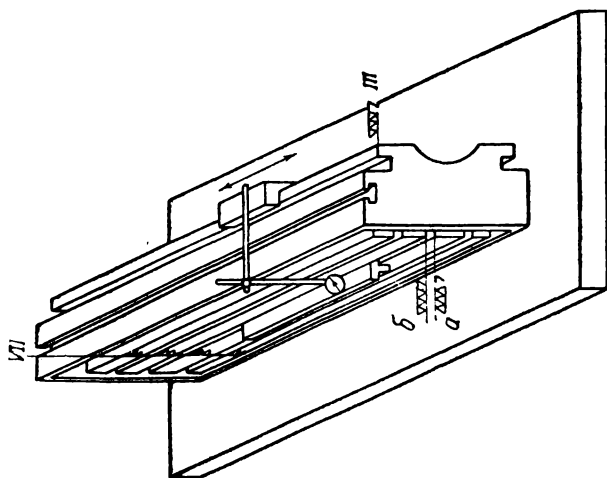
Отклонения допускаются в поперечном направлении 0,02 мм на длине 300 мм, в продольном направлении 0,02 мм на длине 500 мм.

Затем выбирают менее изношенную боковую направляющую, например, плоскость III (см. фиг. 129) и пришабривают ее по ли- нейке и угловой призме на краску с проверкой индикатором парал- лельности к боковым стенкам среднего паза, в который уложена специальная линейка. При этом отклонения от параллельности до- пускаются 0,02 мм на длине 500 мм. Пришабрав первую боковую направляющую, проводят пришабровку второй боковой направляю- щей, т. е. плоскости IV по линейке и угловой призме на краску с проверкой микрометром или индикатором параллельности между плоскостями III и IV. Отклонения от параллельности допускаются 0,02 мм.

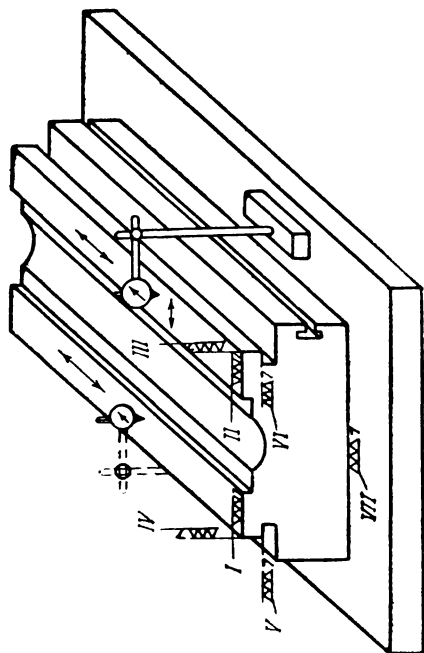
Плоскости V и VI шабрить неудобно, их лучше зачистить широ- ким резцом на строгальном станке с проверкой параллельности к плоскостям I и II микрометром. Допускаемые отклонения от парал- лельности 0,02 мм. Настройка под строгание производится индика- тором.

Если стол имеет направляющие в виде ласточкина хвоста, то шабровку плоскости III нужно выполнять также с выверкой инди- катором параллельности плоскости III (фиг. 130) к боковым стен- кам направляющего паза стола. Индикатор устанавливается на угловой призме.

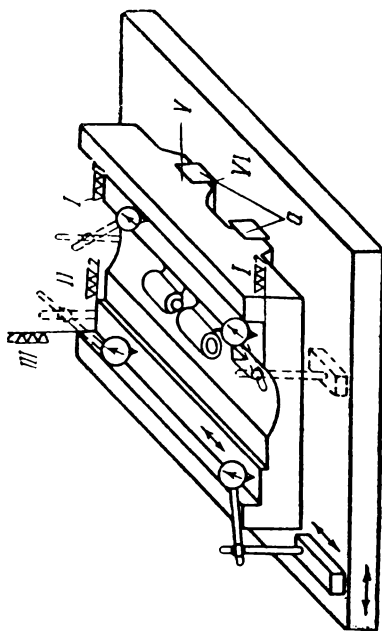
При шабровке поперечных салазок стола их устанавливают на плите плоскостями I и II вверх (фиг. 131) и проводят предваритель-



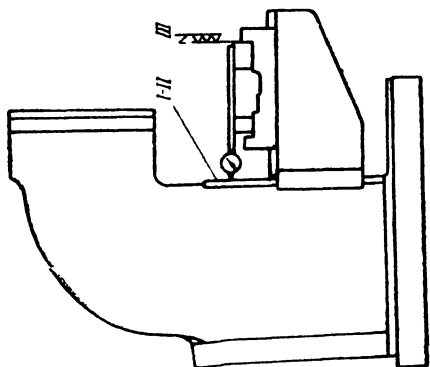
Фиг. 128. Стол.



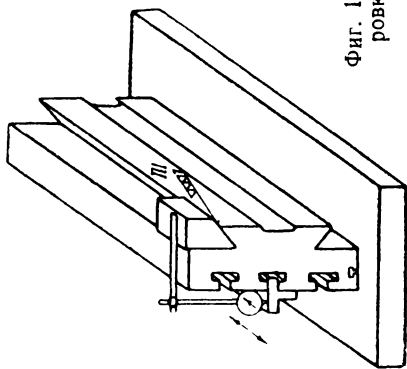
Фиг. 129. Шабровка плоскостей стола.



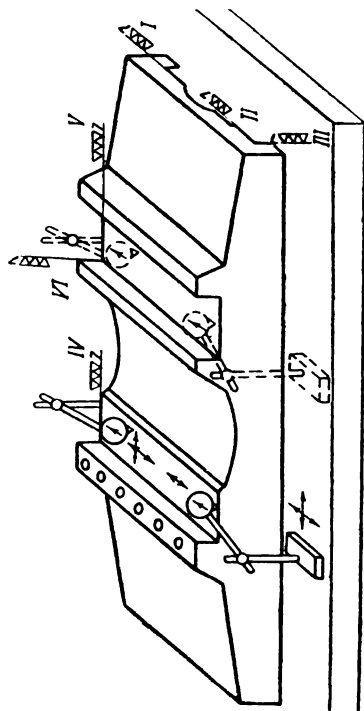
Фиг. 131 Поперечные салазки стола.



Фиг. 133. Контроль шабровки плоскости III.



Фиг. 130. Контроль шабровки плоскости III.



Фиг. 132. Контроль шабровки плоскостей IV и V.

ную пришабровку плоскостей *I* и *II* по линейке (мостику) на краску с проверкой индикатором параллельности к плоскостям *IV* и *V*. Для этого под плоскости *IV* и *V* подкладывают калиброванные призмы *a* одинаковой высоты.

Замеры индикатором производятся в продольном и поперечном направлениях, так как поверхности *I* и *II* должны лежать в одной плоскости.

Отклонение от параллельности допускается 0,03 мм на всю длину направляющих.

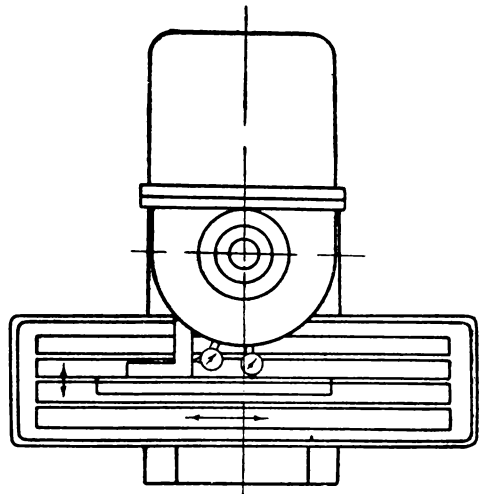
После этого переставляют салазки плоскостями *IV* и *V* вверх. Под плоскости *I* и *II* подкладывают призмы одинаковой высоты и грубо пришабровывают плоскости *IV* и *V* по трехгранной линейке с проверкой индикатором параллельности к плоскостям *I* и *II*. Индикатор устанавливают на плите и проводят проверку с концов плоскостей *IV* и *V* (фиг. 132) в продольном и поперечном направлениях. Отклонение допускается 0,03 мм на всю длину направляющих.

Окончательную шабровку плоскостей *IV* и *V* и шабровку плоскости *III* производят по сопрягающимся плоскостям консоли на краску с проверкой уровнем горизонтальности в продольном и поперечном направлениях. Уровень устанавливают на плоскости *I* и *II* в продольном и поперечном направлениях и на линейку (мостику) с подложенными призмами одинаковой высоты. Отклонение от горизонтальности в продольном и поперечном направлениях допускается 0,04 мм на 1000 мм.

Установив салазки на консоль, грубо пришабровывают плоскость *III* по линейке и краске с проверкой индикатором параллельности плоскости *III* к направляющим *I* и *II* станины в поперечном направлении (фиг. 133).

Индикатор устанавливают на плоскости *I* — *II* консоли и, прижав стойку индикатора к плоскости *III*, передвигают ее вдоль плоскости *III*. Отклонение от параллельности допускается 0,02 мм на длине 300 мм.

Окончательная пришабровка плоскостей *I*, *II*, *III* (см. фиг. 131) ведется по сопрягающим плоскостям стола на краску с одновременной проверкой индикатором параллельности боковых граней направ-



Фиг. 134. Контроль параллельности граней направляющего паза стола к направлению хода стола.

ляющего пазы стола к направлению продольного движения стола (фиг. 134). Отклонение от параллельности допускается 0,02 мм на длине 300 мм. Одновременно ведут проверку перпендикулярности граней направляющего пазы стола к направлению поперечного движения стола.

Проверка выполняется с помощью индикатора, укрепленного в шпинделе станка, и угольника, ребро которого упирается в специальную угловую линейку, вставленную в направляющий пазы стола. Отклонение при этом допускается 0,02 мм на длине 300 мм.

4. КОНСТРУКЦИИ ШПИНДЕЛЕЙ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ

Главное требование к шпинделю фрезерного станка — прочность и жесткость, так как он испытывает очень большие и переменные нагрузки.

Шпиндель фрезерного станка отличается от шпинделя токарного станка более мощным концом и конструкцией его. Фреза при работе должна быть жестко связана со шпинделем, хорошо центрирована, и крепление ее не должно ослабевать при дрожании, которое часто возникает во время работы.

Наиболее простое, надежное и точное центрирование дает конус и поэтому фрезерный шпиндель, как правило, снабжается на переднем конце приемным конусом для оправки или хвоста фрезы.

Раньше применялся очень пологий (1 : 24) конус. В настоящее время в отечественных фрезерных станках принят стандартный конец шпинделя, а в фирменных фрезерных станках применяются два типа концов шпинделей.

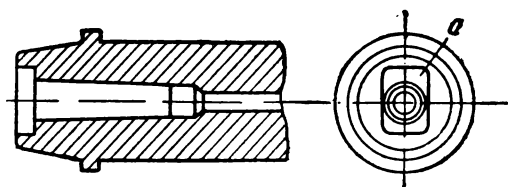
Шпиндель первого типа (фиг. 135) имеет внутренний конус Морзе и наружный — крутой, короткий. Оправка или инструмент вставляются во внутренний конус и затягиваются длинным болтом (штривелем) через полый шпиндель.

Однако одной затяжки на конусе часто бывает недостаточно. Поэтому в переднем торце шпинделя выфрезеровывается прямоугольный паз, в который вставляется квадрат оправки, предохраняющий инструмент от проворачивания (фиг. 136).

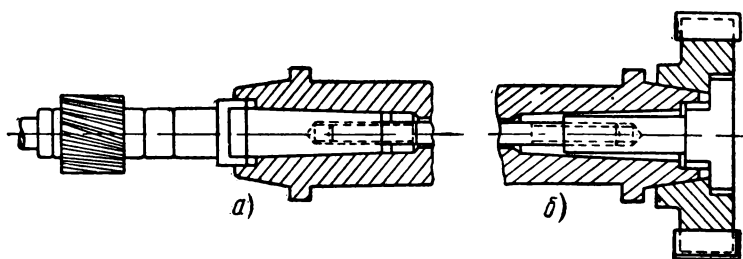
При работе с фрезерной головкой она крепится на наружный крутой конус (фиг. 136,б) и также затягивается штривелем.

В шпинделе по нормали СТ 20—180 конус применяется очень крутой 7 : 24, но только для центрирования, а не для передачи крутящего усилия. Для последней цели служат два стальных каленых сухаря 1 со шлифованными параллельными поверхностями (фиг. 137). Эти сухари укреплены винтами 3 в месте наибольшего сечения головки шпинделя и входят в соответствующие пазы 4 оправки 5 или фрезерной головки 6. Фрезерная головка крепится к фланцу шпинделя четырьмя болтами, для чего во фланце предусмотрено четыре отверстия 2 с нарезкой.

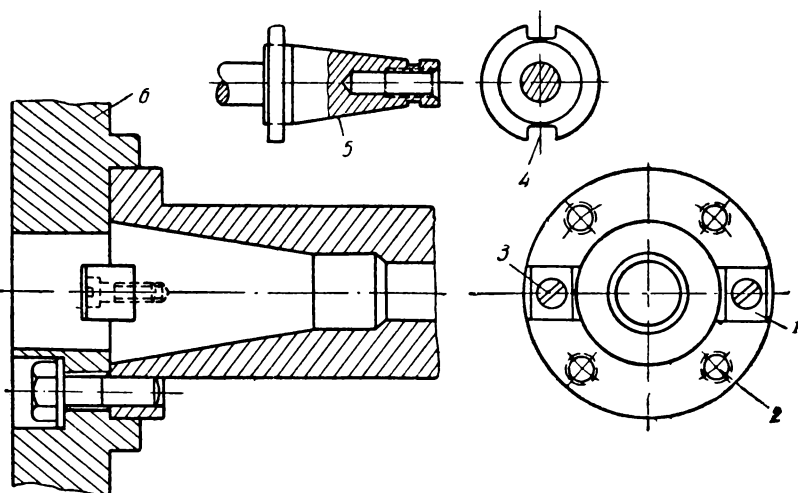
Конструкции подшипников шпинделя не стандартизованы. Мно-



Фиг. 135. Конец фрезерного шпинделя первого типа.

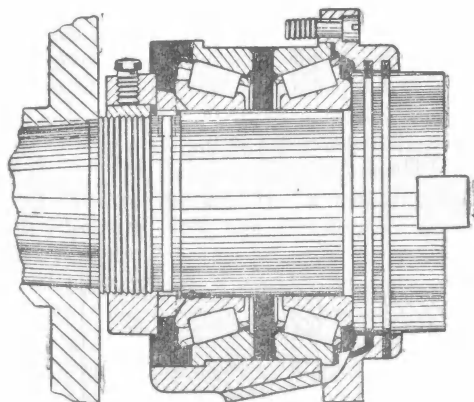


Фиг. 136. Конец фрезерного шпинделя:
а — со вставленной фрезерной оправкой; б — с насаженной фрезерной головкой



Фиг. 137. Крепление фрезерной головки по нормала СТ 20—181.

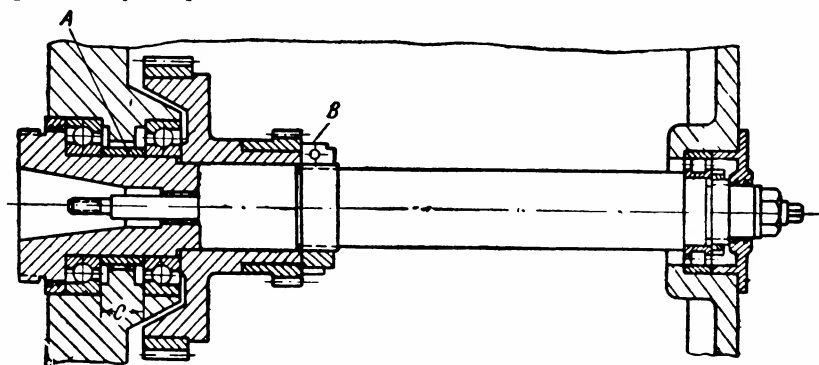
гие заводы применяют подшипники качения, но наряду с этим имеется много типов станков, в которых применены подшипники скольжения. За последнее время предпочитают ставить подшипники качения вместо подшипников скользящего трения.



Фиг. 138. Подшипники шпинделя мощного фрезерного станка.

У тяжелых и средних станков обычно ставят на каждой шейке шпинделя по два конусных роликоподшипника. Наиболее типичной конструкцией для мощных станков является конструкция, показанная на фиг. 138. Осевое давление в обоих направлениях воспринимает передний подшипник, задний же подшипник смонтирован в гильзе, которая может перемещаться в осевом направлении.

Шпиндели более легких и быстрходных станков часто монтируются на шарикоподшипниках, причем применяют однорядные радиальные с глубокими канавками или радиально-упорные шарикоподшипники. Те и другие позволяют регулировать люфт между шариками и кольцами подшипников.



Фиг. 139. Шпиндель фрезерного станка с радиально-упорными шарикоподшипниками.

Конструкция шпинделя на радиально-упорных подшипниках представлена на фиг. 139. Передняя шейка шпинделя лежит на двух шариковых радиально-упорных подшипниках, эти же подшипники воспринимают и все осевые усилия. Задняя шейка лежит на одном роликовом цилиндрическом подшипнике и имеет возможность при

нагреве и удлинении шпинделя смещаться вдоль оси за счет скольжения роликов по наружному кольцу подшипника.

Люфт в шарикоподшипниках регулируется за счет длины проставочной втулки *A*. При наличии люфта нужно уменьшить длину втулки. Неудобство этой конструкции заключается в трудности регулировки люфта подшипников. Если втулку *A* поставить короче, чем следует, то люфта не будет совсем, и при затягивании гайки все усилия натяга передаются внутренним кольцам, а через них шарикам, так как проставочная втулка *A* своими торцами не будет касаться торцов колец.

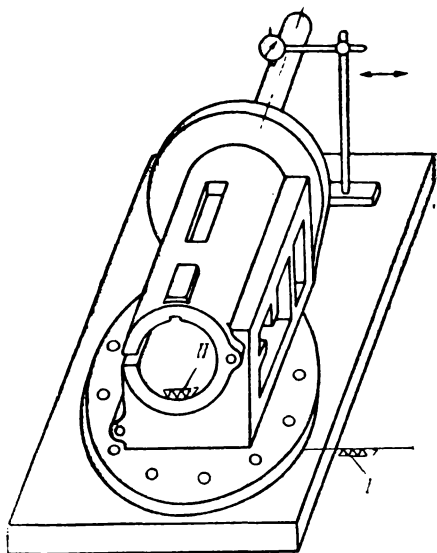
Шарики будут перенапряжены и такие подшипники быстро выйдут из строя. Правильную сборку узла можно производить двумя способами.

1. Определить длину втулки *A* путем точных замеров посадочных мест и составить рабочий эскиз с посадочными размерами, замеренными с точностью до 0,01 мм. Этот способ очень трудоемкий и практически мало надежный.

2. Замерить длину *C* упорного буртика с точностью до 0,1—0,2 мм и изготовить втулку *A*, оставив небольшой припуск по длине, чтобы длина втулки *A* была больше длины буртика *C*. Собрать узел, особенно заботясь о том, чтобы наружные кольца шарикоподшипников подошли плотно к вертикальным граням буртика *C*, хорошо затянуть (ключом, без трубы) гайку *B* и замерить осевое перемещение шпинделя.

Осевое перемещение шпинделя можно замерить следующим образом. Пуговку индикатора упереть в торец шпинделя, а шпиндель с помощью рычага двигать взад и вперед вдоль оси. Размах колебания стрелки индикатора дает размер, на который нужно уменьшить длину втулки *A*.

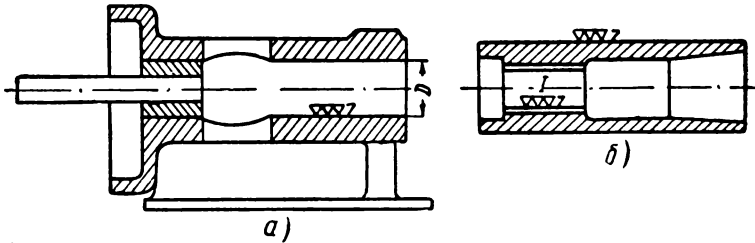
Необходимо произвести контроль касания торцов втулки *A* и внутренних колец шарикоподшипников. Для этого надо на один из торцов втулки *A*, когда она считается пригнанной по длине, капнуть воском и полностью собрать узел, проверить шпиндель на осевое смещение и, если все показания окажутся в пределах нормы, разобрать узел и по смятию воска можно судить о качестве работы втулки *A*.



Фиг. 140. Контроль параллельности оси шпинделя плоскости *I*.

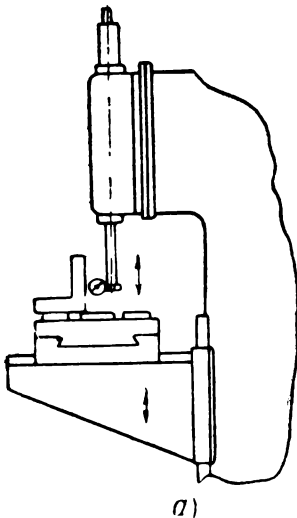
5. РЕМОНТ ШПИНДЕЛЬНОЙ ГОЛОВКИ

При ремонте шпиндельной головки требуется расточить отверстие головки под втулку шпинделя и подогнать втулку. Перед расточкой пришабривают предварительно плоскость *I* (фиг. 140) по плите на краску с проверкой индикатором параллельности плоскости *I* оси



Фиг. 141. Установка головки для расточки отверстия (а) и гильзы шпинделя (б).

шпинделя. Проверку производят в начале и в конце оправки, вставленной в отверстие головки. Отклонение на длине 300 мм допускается до 0,02 мм.



Фиг. 142. Проверка положения оси шпинделя (а) и неповоротная головка шпинделя (б).

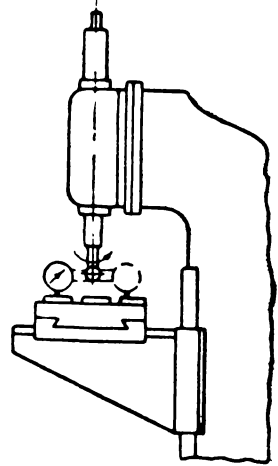
На столе расточного станка головку устанавливают плоскостью *I* вниз. В отверстие головки, предварительно зачищенное от возможных забоин, вставляют контрольную оправку (фиг. 141,а) и по ней выверяют головку в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Отклонение на длине 300 мм допускается до 0,02 мм. После этого проводят расточку по диаметру *D* на верность до удаления изношенных мест и до устранения эллиптичности.

Изготовленную новую гильзу шпинделя шлифуют по наружной поверхности (фиг. 141,б) по месту на скользящую посадку. Поверхность *I* должна быть пришабрена по сопрягающейся шейке шпинделя на краску.

После расточки отверстия шпиндельной головки перед постановкой ее на место надо сделать чистовую шабровку плоскости *I* (см. фиг. 140) по сопрягающейся с нею плоскостью станины на краску с проверкой перпендикулярности оси шпиндельной головки к поверхности стола. Проверку проводят при помощи индикатора и угольника (фиг. 142,а). При проверке необходимо сообщить движение вначале консоли, а потом выдвигному шпинделю. Отклонение на длине 300 мм допускается только вверх для наружного конца консоли в размере 0,02 мм.

При ремонте шпиндельных головок, конструкции которых допускают только продольное (вертикальное) перемещение (отсутствует поворот головки), необходимо обратить внимание на параллельность направляющих *I* и *II* (фиг. 142,б) оси шпинделя. Проверка проводится при шабровке направляющих индикатором по оправке, вставленной в отверстие головки. Отклонение от параллельности направляющих оси шпинделя допускается не более 0,01 мм на длине 300 мм.

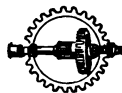
При постановке шпиндельной головки на место необходимо проверить перпендикулярность оси вращения шпинделя к рабочей поверхности стола. Проверку производят с помощью индикатора, укрепленного в шпинделе станка (фиг. 143). Шпиндель вращают вокруг своей оси и одновременно следят за показанием индикатора. Отклонение от перпендикулярности допускается 0,02 мм на длине 300 мм, причем конец консоли может быть только приподнят.



Фиг. 143. Проверка перпендикулярности оси вращения шпинделя к рабочей поверхности стола.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие проверки нужно произвести перед разборкой фрезерного станка в ремонт?
2. В каких случаях строгаются рабочая плоскость стола?
3. Какие требования предъявляются к конструкции шпинделя фрезерных станков?
4. Каким способом регулируется люфт в шарикоподшипниках шпинделя?
5. Как проверяется перпендикулярность оси вращения шпинделя к рабочей поверхности стола?





ГЛАВА XV

РЕМОНТ РАСТОЧНЫХ СТАНКОВ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Расточные станки общего назначения делятся на два основных типа: с неподвижными шпиндельными стойками (колоннами), с перемещающимися столами и с подвижными шпиндельными стойками, но без столов.

Станки первого типа редко изготавливаются с диаметром шпинделя больше 150 мм, станки же второго типа бывают с диаметрами шпинделей до 300 мм. У этих станков вместо стола укладываются простроганные сверху и с боков чугунные плиты. В верхнем полотно этих плит прострагиваются Т-образные пазы для установки крепежных болтов.

Площадь настила из этих плит у крупных станков часто очень велика и доходит до 200 м². На настилы устанавливают обрабатываемые детали или переносные столы для установки обрабатываемых деталей. Часто на эти же настилы ставят переносные станки, которые работают одновременно с основным станком на обработке крупных деталей.

Ремонт расточных станков первого типа во многом похож на ремонт описанных ранее станков, поэтому здесь остановимся на ремонте расточных станков второго типа, как более крупных, имеющих ряд особенностей.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА И РЕМОНТА

Рассматриваемые станки часто имеют детали и узлы настолько крупных размеров, что транспортировка их в ремонтный цех вызывает большие трудности. Поэтому ремонт таких станков обычно производится на месте их установки. В ремонтный цех отправляют лишь детали, нуждающиеся в механической обработке.

Для ремонта плитный настил у станка освобождается от всех посторонних деталей и на нем организуется рабочее место для ремонтников. На плитном настиле делается настил из досок толщиной 30—40 мм для укладки крупных деталей. Для более мелких деталей устанавливается трехъярусный стеллаж. Здесь же, на плитном на-

стиле, устанавливаются два слесарных верстака и специальный, закрывающийся на замок, железный шкаф размерами $2 \times 2,5 \times 0,7$, в котором хранится весь инструмент, оснастка и тросы, необходимые при ремонте. Это освобождает рабочих от ежедневной переноски инструмента в ремонтный цех.

Вся необходимая для ремонта оснастка и инструменты подготовляются заблаговременно, до остановки станка на ремонт. Ремонт крупных расточных станков обычно ведется двумя бригадами в две, а иногда и в три смены.

Перед разборкой станка на ремонт обязательно производится выявление дефектов у наружных деталей станка с участием механика цеха. При этом опрашиваются рабочие, работающие на станке, о дефектах работы станка, которые не всегда могут быть обнаружены и устранены при ремонте. Поэтому все дефекты, указанные рабочими и выявленные при наружном осмотре, записываются в дефектную ведомость и учитываются при ремонте.

3. ПРОВЕРКА СТАНКА ПЕРЕД РЕМОНТОМ

Перед разборкой станка в ремонт регулируются клинья и перепускаются механизмы станка на всех скоростях и подачах. Выявленные при перепуске дефекты записываются. Кроме того, делаются следующие проверки.

1. Проверка прямолинейности и параллельности лицевых направляющих станины. Эта проверка выполняется уровнем с составлением графика замеров.

2. Проверка параллельности потолочных направляющих станины лицевым направляющим станины, выполняемая микрометром.

3. Проверка параллельности и прямолинейности лицевых направляющих колонны (шпиндельной стойки) и перпендикулярности их к направляющим станины. Проверка производится рамным уровнем. Перед этой проверкой необходимо щупом замерить прилегание плотовины к направляющим станины и прилегание колонны к верхней плоскости плотовины.

4. Проверка прямолинейности и положения по уровню боковой направляющей колонны.

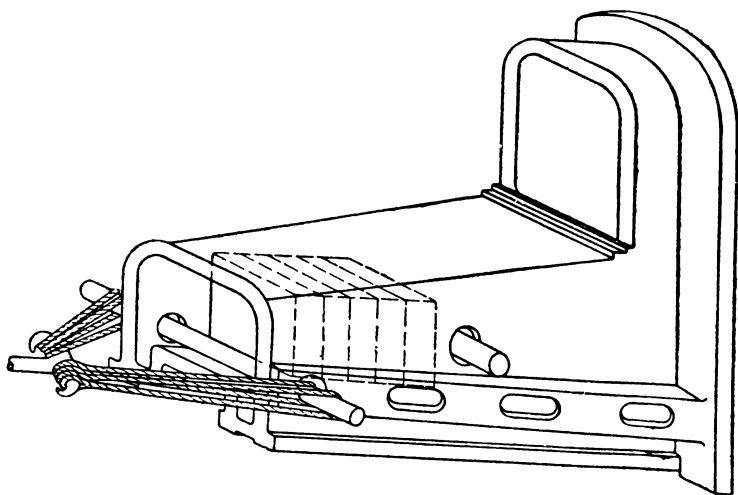
5. Проверка параллельности потолочных направляющих колонны к лицевым ее направляющим, выполняемая микрометром. Эта проверка необходима для определения объема работ по шабровке направляющих колонны и для принятия решения о необходимости кантовки колонны.

Проверки 3, 4 и 5 производятся со шпиндельной бабки, перемещая ее через один метр по направляющим колонны.

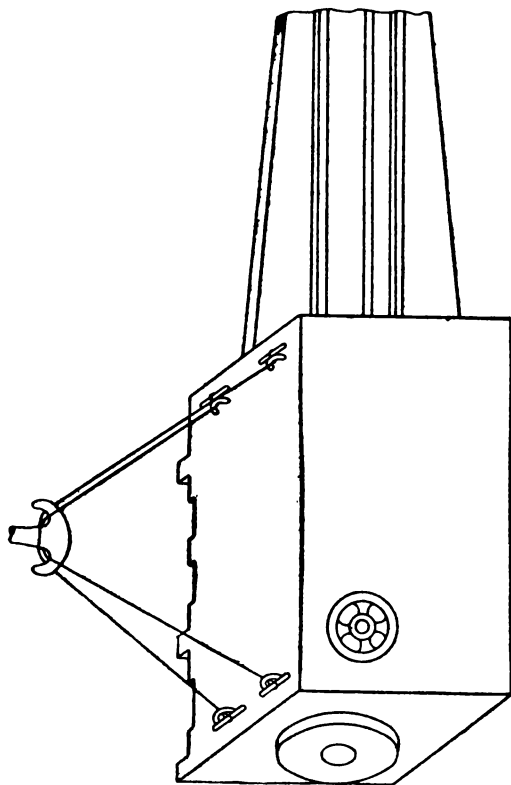
4. РАЗБОРКА СТАНКА

После выполнения замеров станок разбирается. Разборка ведется в следующей последовательности.

Шпиндельная бабка устанавливается в нижнее положение. В



Фиг. 144. Стропка колонны расточного станка.



Фиг. 145. Стропка шпиндельной коробки с хвостовиком.

отверстие колонны вставляется стальной прокат круглого сечения (фиг. 144) и шпindelная бабка поднимается до полной посадки противовеса на стальной пруток. Диаметр проката выбирается соответственно весу опускаемого на него противовеса.

Посадив противовес, можно разъединить от него грузовую цепь и опустить шпindelную коробку на приготовленные для нее подставки. После опускания шпindelной коробки борштангу перемещают в сторону планшайбы на максимальный вылет и под конец ее подставляют устойчивую подставку. Станок обесточивается, электродвигатель снимается, концы электропроводов надежно изолируются, чтобы при случайном включении тока не могло произойти несчастного случая. После укрепления противовеса и шпindelной коробки на надежных подставках можно приступить к полной разборке станка.

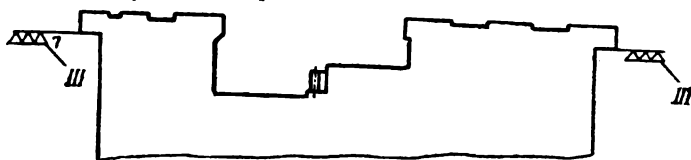
Когда необходимо кантовать колонну, противовесы из нее удаляются.

При съеме шпindelной коробки она стропится, как показано на фиг. 145. Колонна отсоединяется от плотовины (если она съемная) и стропится за стальной прокат, вставленный в отверстие колонны (см. фиг. 144).

Валы и винты должны стропиться обязательно с применением хомутов или струбцин для предохранения канатов от соскальзывания.

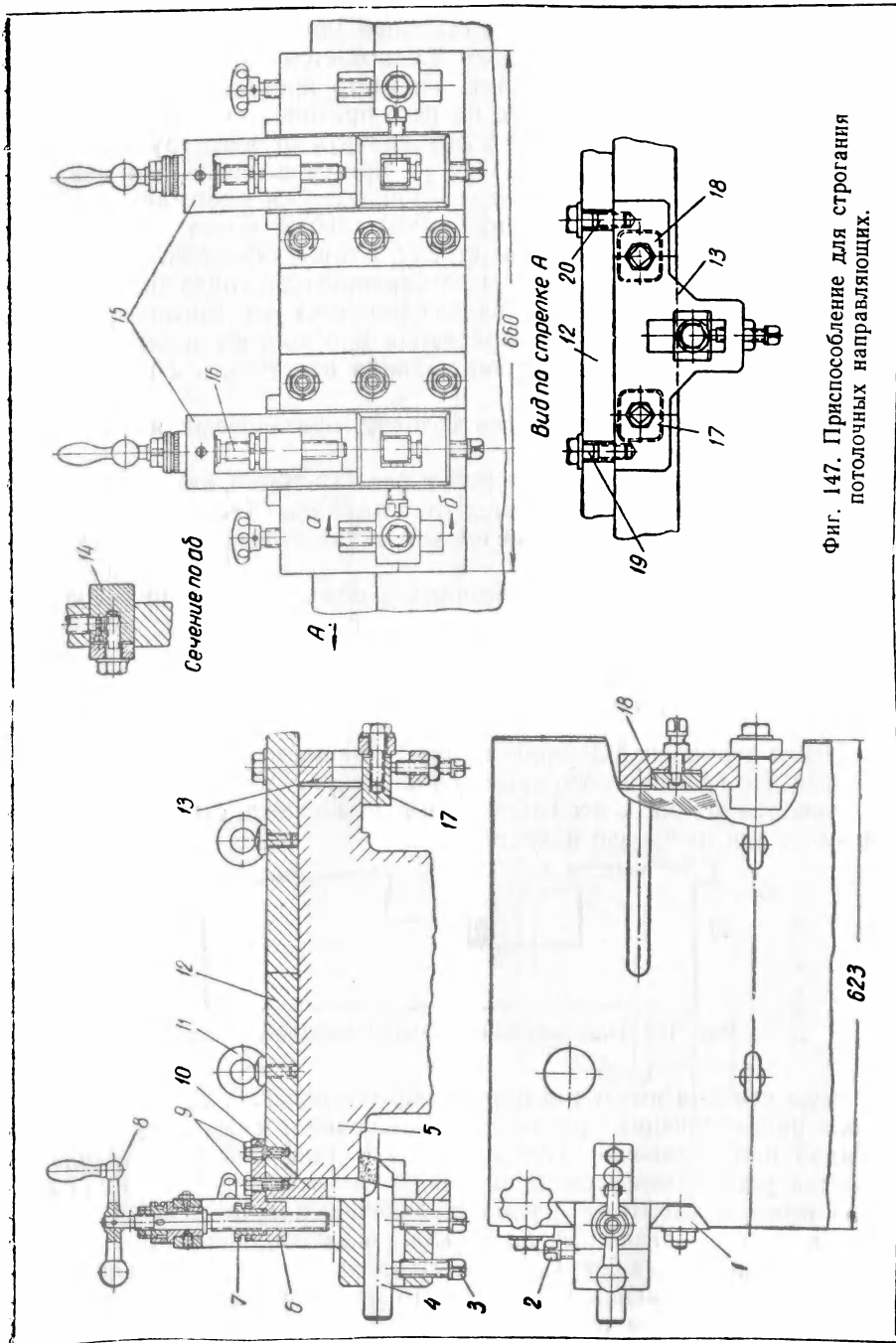
5. ШАБРОВКА НАПРАВЛЯЮЩИХ СТАНИНЫ

Перед шабровкой направляющие зачищаются от забоин и заусенцев. По графику состояния направляющих и по характеру износа решается вопрос о необходимости ремонта, строгания и шлифования или шабровке направляющих.



Фиг. 146. Направляющие станины расточного станка.

Если станина имеет все направляющие плоские, то при проверке вдоль направляющих уровень устанавливается через один метр на каждой направляющей. При проверке в поперечном направлении уровень устанавливается на площадку линейки-горбуши. Если станина имеет призматические направляющие, вместо горбуши применяется мостик, описанный ранее. Шабровка направляющих станины выполняется по маякам. Способы шабровки и контроля направляющих станины применяются те же, что при ремонте токарных станков, за исключением того, что последними шабруются поверхности III



Фиг. 147. Приспособление для строгания
потолочных направляющих.

(фиг. 146). Делается это с той целью, чтобы по отшабренным и выверенным поверхностям станины направить приспособление для строгания поверхностей III, если с них приходится снимать слой металла больше 0,2 мм.

Приспособление для строгания (фиг. 147) состоит из стальной плиты 12, к которой с левой стороны приварена вертикальная доска 10, несущая два супорта с резцами 4 и два прижимных устройства (см. сеч. по *ab*). С правой стороны плиты укреплена на болтах 19 вертикально расположенная планка 13 (см. вид по стрелке *A*), несущая устройства с подвижными направляющими сухарями 17 и 18. Болты 19 крепят планку 13 через сквозной паз 20 в плите 12.

Таким образом вертикальная планка 13 может перемещаться по ширине плиты 12, вследствие чего приспособление пригодно для работы при различной ширине обрабатываемых направляющих 5 станины.

Корпуса 15 супортов имеют направляющие в виде ласточкина хвоста и перемещаются по направляющим плоскостям вертикальной доски 10 и накладки 1. Гайка ходового винта 16 супорта заворачивается в кронштейн 6, который крепится болтами 9 к плите 12. Вращением рукоятки 8 резец можно поднимать и опускать, настраивая его на срезающую стружку.

Приспособление крепится от опрокидывания сухарями 14 (см. сеч. по *ab*) и 17. В боковом направлении приспособление фиксируется плоскостью вертикальной доски и сухарями 18. Резцы крепятся снизу двумя болтами 3 и сбоку одним болтом 2.

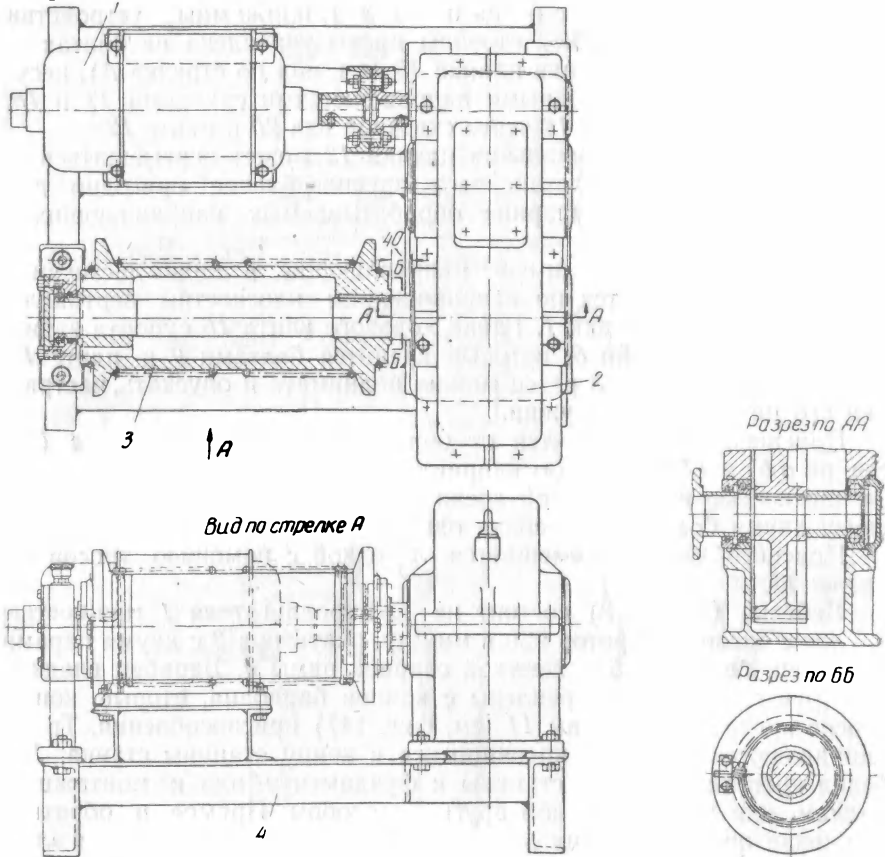
Приспособление перемещается лебедкой с помощью тросов за крюки 11.

Лебедка (фиг. 148) состоит из электродвигателя 1 мощностью 3,5 квт с числом оборотов 920 в минуту, редуктора 2 с двумя парами шестерен, барабана 3 и жесткой сварной рамы 4. Барабан гладкий (без ручьев), тросы закреплены с концов барабана, вторые концы тросов крепятся к крюкам 11 (см. фиг. 147) приспособления. Тросы направляются блоками, крепящимися к концу станины станка. Лебедка крепится в конце станины к фундаменту или к монтажным балкам, или же каким-либо другим способом. Прямое и обратное движение приспособления достигается за счет реверсирования электродвигателя. Строгание производится при движении приспособления в ту и другую сторону следующим образом. Строгание начинается задним (по ходу движения приспособления) резцом. В это время передний резец опущен и не касается обрабатываемой поверхности.

Задний резец не может прострогать конец направляющей, его протрагивает второй резец при обратном ходе приспособления.

Таким образом, на некотором участке этому резцу приходится срезать стружку двойной ширины. Зачистка поверхности выполняется широким резцом.

Точность строгания описанным приспособлением обеспечивает непараллельность потолочных направляющих лицевым не меньше $0,03—0,05$ мм на всю их длину. Чистота поверхности после строгания достаточно высокая. Для окончательной отделки направляющих требуется лишь зачистить их личным напильником на некоторой части направляющей.



Фиг. 148. Лебедка приспособления для строгания направляющих.

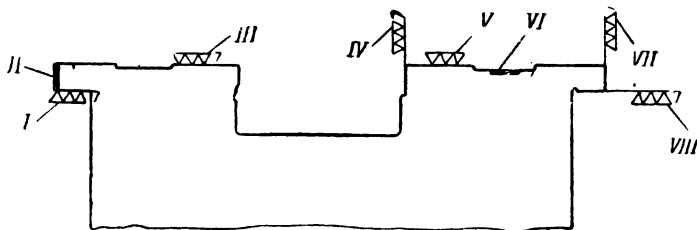
6. ШАБРОВКА НАПРАВЛЯЮЩИХ КОЛОННЫ

Шабровка направляющих колонны, как и станины, начинается с наиболее изношенного участка, определенного по графику замеров, составленному перед разборкой. По графику замеров определяется уклон, который нужно выдержать при установке колонны с тем, чтобы при шабровке можно было снять минимальный слой металла. На нерабочей части направляющей вышабривается площадка для установки уровня с тем уклоном, который решено выдерживать при

шабровке. Эта площадка является контрольной и по ней периодически проверяется правильность положения колонны. Место установки уровня на этой площадке очерчивается и на ней отмечается направление постановки уровня. Уровень на площадке должен устанавливаться в одном и том же направлении.

Шабровку направляющих колонн крупных станков с высотой колонны 5—7 м и длиной опорной части 3—4 м нужно производить, как правило, в вертикальном положении, так как кантовка таких колонн — операция очень сложная, ответственная и опасная. Колонны меньших размеров удобнее шабрить в горизонтальном положении.

При шабровке в вертикальном положении колонну устанавливают на плиту и выверяют уровнем по отшабранным на нерабочих частях направляющих площадкам.



Фиг. 149. Направляющие колонны расточного станка.

Накрашивание при шабровке производится 2-метровой линейкой-горбушей (более длинные горбуши слишком тяжелы при вертикальной работе). При шабровке выдерживают параллельность с контрольными площадками. Шабровка выполняется с лесов, установленных вокруг колонны.

Шабровка ведется в следующей последовательности (фиг. 149). Вначале шабрятся поверхности III и V с выдерживанием параллельности контрольной площадки VI, а затем поверхность VII с выдерживанием параллельности контрольной площадки II. После этого шабрится поверхность IV с выдерживанием параллельности ранее отшабренной поверхности VII. Контроль шабровки ведется микрометрической скобой или штангенциркулем с ценой деления 0,02 мм. Последними шабрятся поверхности I и VIII с выдерживанием параллельности поверхности III и V.

Направляющие плотовины грубо пришабриваются по линейке, а затем шабрятся по направляющим станины.

После пришабровки направляющих колонны и плотовины плотовина ставится на станину, а на нее монтируется колонна, ставятся клинья и производится контроль расположения направляющих колонны по отношению к направляющим станины. Если шабровка велась правильно, с учетом всех замечаний в графиках замеров, то контрольные замеры покажут отклонения в пределах допуска.

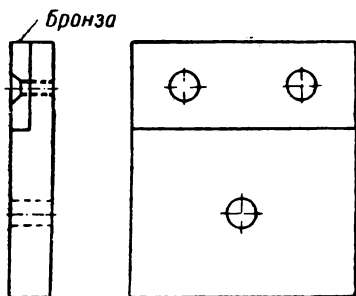
Однако при шабровке возможны ошибки, и тогда контрольные замеры покажут отклонения выше допустимых и их придется устранять.

При небольших отклонениях их обычно устраняют шабровкой направляющих плотовины. При значительных отклонениях, особенно когда их устранение связано со строганием направляющих, необходимо решить, какие поверхности нужно строгать: направляющие плотовин или плоскость разъема. Во всех случаях, когда это возможно, лучше строгать плоскость разъема у плотовин, так как строгание направляющих плотовины обнажает менее устойчивый слой металла.

7. ШАБРОВКА НАПРАВЛЯЮЩИХ ШПИНДЕЛЬНОЙ БАБКИ

Направляющие корпуса шпиндельной бабки обычно шабруются по направляющим колонны. При вертикальном расположении направляющих колонны корпус шпиндельной бабки прижимать к накрашенным направляющим колонны лучше не рабочими планками, а специальными сухарями (фиг. 150), так как планки крупных станков обычно громоздки и тяжелы, и установка их вручную требует много времени.

Окончательная шабровка направляющих корпуса шпиндельной бабки производится после установки в него шпинделя, по которому ведется контроль окончательной шабровки.



Фиг. 150. Планка для прижима корпуса шпиндельной бабки.

8. РЕМОНТ ШПИНДЕЛЕЙ КРУПНЫХ РАСТОЧНЫХ СТАНКОВ

У шпинделей крупных расточных станков обычно изнашиваются поверхность внутреннего конуса, отверстия для клиньев и шпоночные пазы. Кроме того, иногда наблюдается искривление шпинделя по оси.

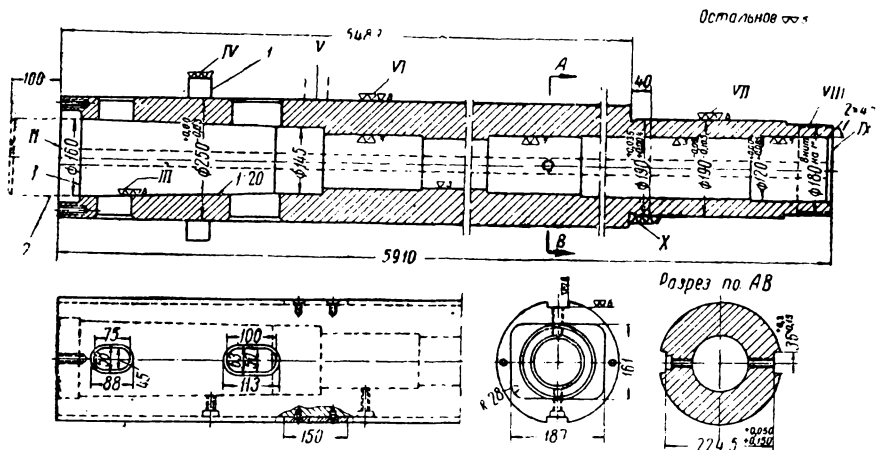
Ремонт крупного шпинделя — операция весьма сложная и ответственная. Неправильная последовательность ремонта может привести к потере шпинделем точного расположения базовых поверхностей и, как следствие, к потере станком необходимой точности обработки. Поэтому ремонт крупного шпинделя должен производиться обязательно по заранее разработанной и тщательно продуманной технологии. На ремонт составляется чертеж с указанием всех необходимых ремонтных размеров.

В качестве примера рассмотрим технологию ремонта шпинделя диаметром 250 мм, длиной около 6000 мм и весом около 1500 кг. Ремонт начинается с выверки основных и подготовки вспомогательных баз. Для этого на шпинделе (фиг. 151) горячей посадкой садит-

ся кольцо *I*, после чего шпиндель устанавливается на токарный станок. Одним концом (со стороны торца *II*) шпиндель зажимается в четырехкулачковом патроне, другой конец поверхностью *X* укрепляется в люнете. Поверхность *X* обработана под $\nabla\nabla\nabla 8$ и обычно не изнашивается. Забоины и риски, которые могут быть на этой поверхности, зачищаются.

Выверка установки на биение с точностью до 0,01 мм производится по наименее сношенным поверхностям *V* и *X*.

После выверки растачивается в размер отверстие по диаметру 120 мм и снимается фаска $2 \times 45^\circ$, служащая в дальнейшем базой



Фиг. 151. Шпиндель расточного станка диаметром 250 мм.

для упора вращающегося центра. Шпиндель подпирается вращающимся центром, убирается люнет и делается повторная проверка по поверхностям *V* и *X* на биение, после чего протачивается и полируется под $\nabla\nabla\nabla 7$ поверхность *IV* кольца *I*. Затем шпиндель переустанавливается торцом *IX* к планшайбе и крепится через подкладки за поверхность *VIII*, другой конец шпинделя поверхностью *IV* ставится в люнет.

Выверка производится аналогично предыдущему. Конусная поверхность *III* тщательно зачищается и протирается.

Если ремонту подлежат также отверстия для клиньев, то они предварительно завариваются электросваркой. Для этого отверстия с внутренней стороны закрываются латунными прокладками, прокладки внутри отверстия укрепляются путем их расклинивания.

После проверки шпинделя кольцо *I* срезается, шпиндель снимается со станка и в него с обоих концов запрессовываются центровые пробки *2*. Центровка производится на токарном станке с двух установок, с применением люнетов, которые ставятся соответственно на поверхности *IV* и *X*. Центровые отверстия прирабатываются по

центрам станка с контролем биения по тем же базам и с той же точностью.

Следующей операцией является ремонт шпоночных пазов. Ремонт заключается в строгании пазов на новый больший размер, причем снимается минимально возможный слой металла. Строгание производится на продольно-строгальном станке. Непараллельность направления шпоночного паза к оси шпинделя допускается 0,1 мм на длине 1000 мм, но не более 0,3 мм на всей длине паза. Такой допуск можно выдержать лишь при самой тщательной выверке шпинделя при установке на столе станка. Выверка ведется по образующей шпинделя индикатором, укрепленным в супорте станка. Симметричность расположения шпоночного паза относительно диаметра шпинделя выдерживается по разметочным рискам.

Для дальнейшей постановки люнетов в шпоночные пазы в двух местах пригоняются по две шпонки длиной 150 мм с креплением на винты (см. фиг. 151). Затем шпиндель поступает на токарный станок, в центрах которого заподлицо с поверхностью VI протачиваются шпонки и наплывы от заварки отверстий для клиньев. Эта операция является подготовительной к шлифованию на круглошлифовальном станке наружных поверхностей шпинделя. На шлифовальном станке сначала шлифуются места под установку люнетов (места с заделанными шпоночными пазами), затем ставятся два люнета и производится шлифование на всю длину поверхностей VI и VII. Контроль шлифовальной операции производится на шлифовальном станке до снятия с него шпинделя.

После шлифования на то же место шпинделя снова насаживается кольцо I и протачивается в центрах токарного станка. Выверка установки шпинделя производится аналогично предыдущему. Затем шпиндель переустанавливается и крепится кулачками за поверхность VIII с подпором люнетом за поверхность IV, после чего конусная пробка выбивается. Конусная поверхность III шлифуется шлифовальной машинкой с проверкой конусным калибром по краске, а затем по контрольной оправке, после чего торец I подрезается до контрольной риски калибра, а торец II в размер по чертежу. Техническая приемка шпинделя осуществляется на станке. Прилегание калибра должно быть не менее, чем на 75% поверхности.

Допустимое биение у торца шпинделя 0,01 мм и на длине 300 мм 0,015 мм.

При необходимости фрезеруется прямоугольный паз и окна для клиньев, после чего выбивается центровая пробка с торца IX и удаляются временные шпонки.

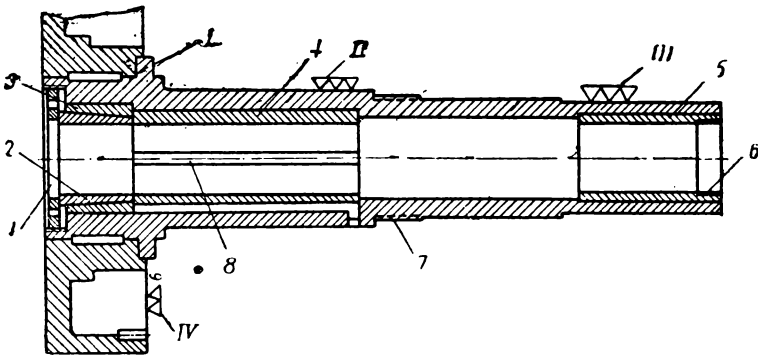
В центровочной операции приработка центровых отверстий на неподвижных центрах необходима, особенно в тех случаях, когда дальнейшая обработка шпинделя на токарном станке осуществляется с вращающимися центрами. При отсутствии предварительной приработки шпиндель попадает на шлифовальный станок с непри-

работанными центровыми отверстиями, и они прирабатываются в процессе шлифования.

Это может привести к значительному смещению оси наружного цилиндра относительно оси внутренних поверхностей, а следовательно, возможен брак из-за превышения размера смещения осей против технических условий.

9. РЕМОНТ ГИЛЬЗЫ ШПИНДЕЛЯ

Бронзовые втулки 4 и 5 (фиг. 152) вследствие их износа и последующей шлифовки шпинделя обычно заменяются новыми. В большинстве случаев эти втулки выпрессовать не удастся и их вырезают на токарном станке. Во время этой операции проверяются на биение, конусность и эллиптичность поверхности I—II—III. Результаты проверки записываются в техническую карту и заверяются ОТК.



Фиг. 152. Гильза шпинделя.

Новые бронзовые втулки изготовляют с припуском 6 мм по внутреннему диаметру и садят их на место с помощью охлаждения. Если втулка 4 садится на шпонку 8, то шпонка перед запрессовкой втулки подгоняется по шпоночным пазам и охлаждается вместе со втулкой. После запрессовки втулок 4 и 5 запрессовывается втулка 3.

Головная регулируемая конусная втулка изготавливается с припуском по внутреннему диаметру и по наружному конусу по 6 мм на диаметр и по длине 20 мм. Изготовленная заготовка разрезается и надрезается на фрезерном станке согласно чертежу. Место разреза припильвается и в него подгоняется и впаивается металлическая прокладка.

Дальнейшая обработка гильзы и втулок ведется в следующем порядке. Если биение, конусность и эллиптичность поверхностей I—II—III больше допустимой, то во втулке 5 протачивают «на верность» поясok 6 шириной 50—60 мм соосно с поверхностью III. Диаметр пояса должен быть меньше диаметра окончательно обработанного шпинделя. По размеру пояса изготавливается с напряженной посадкой пробка. Пробка садится во втулку и центрируется на

токарном станке с установкой люнета на несработанную часть поверхности *III*. Центр прирабатывается на станке с проверкой биения относительно несработанных частей поверхностей *II* и *III*. Биение допускается не более 0,02 мм.

После приработки центров поверхности *I — II — III* обрабатываются «на верность» широким полировочным резцом до вывода биения, конусности и эллипса. Резьба 7 зачищается или прорезается в зависимости от имеющихся дефектов.

При наличии в планшайбе радиальных салазок в этой же установке подрезается поверхность *IV*, которая будет служить базой при шабровке направляющих планшайбы для радиальных салазок. Затем гильза переустанавливается, крепится кулачками за поверхность *III* с постановкой люнета под поверхность *II* и выверяется индикатором на биение с точностью 0,02 мм. Резьба для гайки 1 прорезается «на верность», и проверяется посадочная поверхность для конической втулки 2, биение выводится проточкой «на верность».

Конусная поверхность втулки 2 протачивается с проверкой на краску прилегания к конусной поверхности гильзы. После проточки конусной поверхности металлическая прокладка из втулки 2 выпавается и вместо нее пригоняется фибровая прокладка. Конусная поверхность втулки вместе с фибровой прокладкой пришабривается по гнезду в гильзе, после чего втулка вставляется в гнездо и крепится гайкой 1.

Гильза вновь устанавливается на токарный станок и выверяется по тем же поверхностям для проточки внутренних диаметров втулок 2, 4 и 5.

Обработка ведется с двух установок с учетом диаметра окончательно обработанного шпинделя. Биение внутренних поверхностей относительно поверхностей *II* и *III* допускается не более 0,02 мм.

10. ШАБРОВКА БОКОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАПРАВЛЯЮЩИХ И КЛИНА КОРПУСА ШПИНДЕЛЬНОЙ БАБКИ

При проверке боковой направляющей и клина корпуса шпиндельной бабки выдерживается перпендикулярность оси вращения шпинделя к боковой направляющей колонны, а также соосность между гайкой и винтом подъема бабки в плоскости, параллельной лицевым направляющим колонны.

Эта шабровка производится после того, как шпиндельная бабка с ее механизмами будет полностью отремонтирована и окончательно установлена на направляющие колонны. Винт подъема, вертикальный вал и противовес с цепями также устанавливаются окончательно.

Окончательная установка шпиндельной бабки возможна потому, что боковая направляющая бабки крупных станков почти всегда конструктивно оформляется в виде отъемной планки.

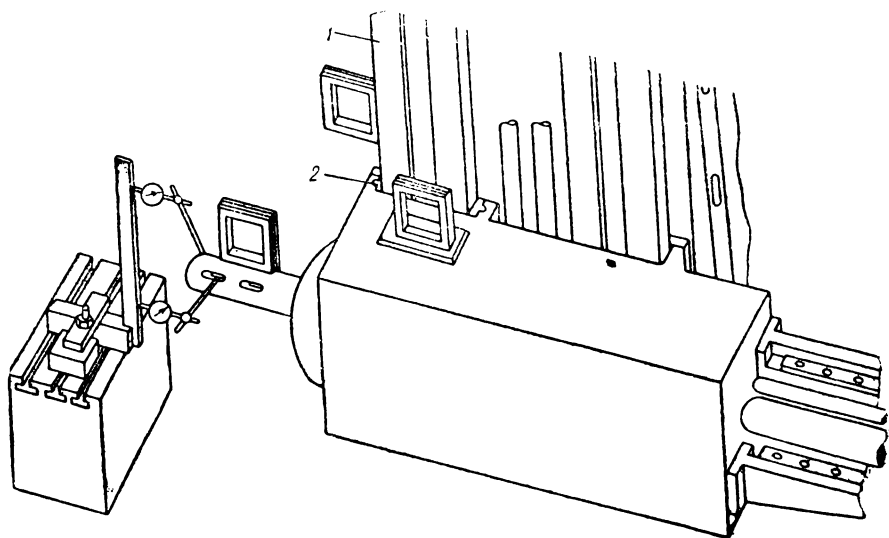
После постановки на колонну бабка выверяется клиньями так,

чтобы ось шпинделя была перпендикулярна боковой направляющей колонны, а винт при этом был соосен с гайкой.

Выверка осуществляется по уровню так, как показано на фиг. 153.

У некоторых станков на верхней плоскости корпуса шпиндельной бабки обработана контрольная площадка для постановки уровня. Эта плоскость при ремонте проверяется и подшабривается на параллельность к оси шпинделя. При наличии таких площадок уровень ставится не на шпиндель, а на площадку.

После выверки бабки шупом замеряются зазоры вверху и внизу между поверхностью 1 колонны и планкой 2. Новые планки изготовляются на размер, полученный при замерах, с припуском на шабровку.



Фиг. 153. Проверка положения шпинделя.

Проверку перпендикулярности оси шпинделя к боковой направляющей стойки можно производить следующим образом. Впереди бабки устанавливается призма и на ней индикатором, укрепленным в шпинделе, движением вверх и вниз шпиндельной бабки выверяется угольник, установленный длинной полкой вверх. Выверка оси шпинделя осуществляется перекидкой индикатора на 180°. Выявленные отклонения (свыше допустимых) устраняются шабровкой планки и клиньев.

Аналогично производится проверка перпендикулярности шпинделя к направляющим станины. В этом случае линейка устанавливается горизонтально. Параллельность линейки к направляющим станины проверяется при помощи индикатора, укрепленного в шпин-

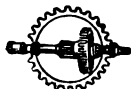
деле, перемещением колонны по станине. Выверка оси шпинделя производится перекидкой индикатора на 180° .

После выверки оси шпинделя проверяется биение конуса шпинделя.

Проверка производится с помощью индикатора и контрольной оправки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как подготовить рабочее место при ремонте крупного расточного станка?
2. Какие проверки расточного станка проводятся перед разборкой его в ремонт?
3. В какой последовательности разбирается крупный расточный станок?
4. Как ведется шабровка колонн крупных расточных станков?
5. Какие плоскости шпинделей крупных расточных станков наиболее изнашиваются и как они ремонтируются?
6. Как выверяется положение оси шпинделя по отношению к направляющим стойки?





ГЛАВА XVI

РЕМОНТ КАРУСЕЛЬНЫХ СТАНКОВ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Карусельные станки с диаметром планшайбы до 800—1 000 мм обычно изготавливаются одностоечными, а свыше 1 000 мм — двухстоечными.

Двухстоечные карусельные станки общего назначения обычно имеют три супорта: два вертикальных и один боковой. Диаметр планшайбы у этих станков доходит до 8 000—12 000 мм. Известны также станки с диаметром планшайбы в 20 000 мм и больше. Но такие станки не могут считаться станками общего назначения. Они более или менее специализированы для обработки определенных деталей.

Чтобы такие станки можно было до некоторой степени использовать как станки общего назначения для обработки деталей с меньшими диаметрами, их планшайбы делаются составными из двух частей: внутренней планшайбы и наружной охватывающей кольцевой части. Внутренняя планшайба может вращаться независимо от наружной кольцевой части, и тогда последняя остается неподвижной, являясь как бы настилом у станка. При обработке же деталей большого диаметра внутренняя и наружная части планшайбы вращаются как одно целое. Карусельные станки общего назначения позволяют использовать двойные крутящие моменты до 100 000—150 000 кгм и мощность до 100—150 квт. На планшайбы таких станков можно устанавливать детали весом 150—200 т.

У карусельных станков все движения поперечины, супортов и штосселей механизированы и имеют ускоренные перемещения, чаще всего от специальных электродвигателей. Поперечина в рабочем положении зажимается автоматически, причем зажим заблокирован с механизмом ускоренного перемещения поперечины.

На поперечине часто предусматриваются места для копирных линеек, с помощью которых можно обтачивать пологие конусы, криволинейные поверхности и сферы. Точение конусов осуществляется также одновременной вертикальной подачей штосселя и горизонтальной подачей всего супорта. Для этой цели на конце поперечины предусматривается гитара для установки сменных зубчатых колес.

У большинства станков устанавливается также гитара, связывающая вращение шпинделя планшайбы с подачей штосселя, дающая возможность нарезания резьбы. Движение поперечины и супортов ограничивается конечными выключателями.

При эксплуатации карусельных станков, особенно крупных, установка и крепление деталей имеют особо важное значение. Несмотря на видимую жесткость планшайбы, она очень легко поддается короблению при неправильном креплении детали болтами. Малейшая же деформация планшайбы вызывает резкое уменьшение площади соприкосновения направляющих планшайбы с направляющими станины, вследствие чего местные удельные давления резко возрастают, и возникает опасность появления задиrow направляющих. Поэтому ремонтники должны тщательно следить за креплением деталей на планшайбах.

При креплении болтами нужно обязательно избегать того, чтобы болт выжимал вверх часть планшайбы, как балку на двух опорах. Чтобы избежать этого, крепить детали нужно через подставки или подкладки (лучше домкраты), причем болт должен проходить через подставку или непосредственно рядом с ней. Если такое крепление невозможно и крепить приходится нажимными планками, то болт нужно ставить как можно ближе к опорной части детали.

Особенно внимательно надо крепить детали на планшайбе с V-образными направляющими, так как они чувствительнее к перегрузкам, чем планшайбы с плоскими направляющими.

Особенно тщательно нужно устанавливать детали, когда вес их близок к предельной грузоподъемности станка. В этом случае ремонтник должен знать не только предельный вес детали, допускаемый для обработки на данном станке, но и условия, при которых обработка такой детали допустима.

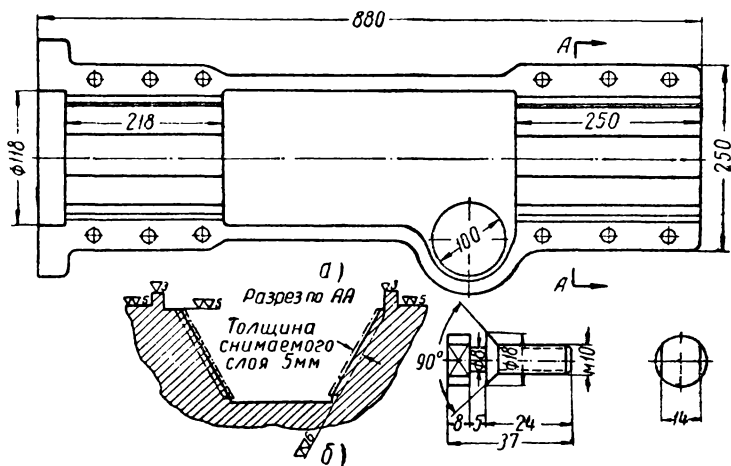
Допустимый вес детали следует устанавливать по данным завода, выпустившего станок, или же определять расчетом, исходя из площади направляющих и надежности смазочной системы. При наличии дефектов на направляющих, например, задиrow, допустимая грузоподъемность станка снижается соответственно величине и значению дефектов.

2. РЕМОНТ ИЗНОШЕННЫХ НАПРАВЛЯЮЩИХ СКОЛЬЖЕНИЯ

Сильно изношенные или задраные направляющие плотов супортов, штосселей, планшайб и станин приходится подвергать механической обработке, снимая некоторый слой металла для получения правильной геометрической формы и чистой поверхности направляющих. Однако возможность механической обработки ограничена толщиной тела, подлежащего обработке, и прочностью конструкции. Кроме того, снятие более или менее значительного слоя металла с направляющих нарушает координатные оси станка, последующая выверка которых связана с очень трудоемкими работами.

Поэтому во всех случаях, когда это можно, направляющие предпочитают восстанавливать тем или иным способом, не прибегая к механической обработке, например, запайкой или замазкой специальными составами. При наличии отдельных крупных задиров ограничиваются только их расчисткой, чтобы в местах задиров не могла задерживаться грязь, чтобы она легко удалялась при протирке.

Опыт показывает, что все известные способы запайки и замазки задиров весьма ненадежны. Запайка или замазка часто выкрашивается и является причиной дальнейших задиров. Расчистка же отдельных задиров дает хорошие результаты. Зачищенные таким способом направляющие работают нормально и при содержании их в чистоте распространения задиров не наблюдается.



Фиг. 154. Крышка корпуса штосселя:

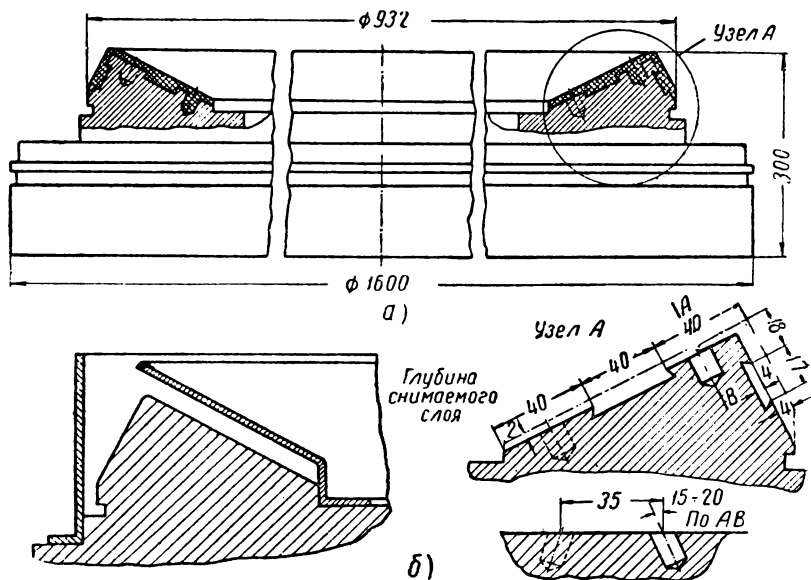
а — подготовка крышки к постановке накладок; б — винт для крепления накладок.

Наиболее рациональным способом восстановления плотовин супортов и штосселей после механической обработки следует считать способ накладок. Накладки обычно делают из бронзы марки Бр. ЛМцС 58—2—2. На фиг. 154 показана крышка корпуса штосселя карусельного станка с диаметром планшайбы 1 600 мм, направляющие которой восстановлены постановкой накладок из бронзы марки Бр. ЛМцС 58—2—2. Длительная работа станка после ремонта показала, что направляющие, восстановленные постановкой бронзовых накладок, работают лучше чугунных направляющих нового станка. После длительной работы в тяжелых условиях на поверхности направляющих нет никаких следов рисок или задиров, обычных при работе чугунных направляющих.

Способ восстановления направляющих планшайб и станин карусельных станков зависит от конструкции направляющих. Решение вопроса о том, какие направляющие восстанавливать — планшайбы

или станины,— зависит от того, какие из них больше изношены и требуют при механической обработке снятия металла большей толщины. Обычно предпочитают восстанавливать направляющие планшайбы.

При ремонте крупных карусельных станков с плоскими кольцевыми направляющими на Уралмашзаводе ставят накладки из бронзы марки Бр. ЛМцС 58—2—2. Такие направляющие уже долгое время работают без каких-либо дефектов при самой напряженной работе станков, тогда как без накладок направляющие систематически задирались, вследствие чего станки работали на пониженных режимах.



Фиг. 155. Наплавка направляющих цинковым сплавом:

а — планшайбы с V-образными направляющими; б — сварной кожух для заливки

Здесь же при ремонте направляющих с одним конусом изношенные направляющие срезались и заменялись новыми, сделанными из бронзы марки Бр. ОЦС 6—6—3, а изношенные V-образные направляющие наплавлялись баббитом марки Б16. Постановка бронзовых накладок на такие направляющие удовлетворительных результатов не дает, так как при нагреве бронзовые накладки на крутом конусе защемляются и заедают. Происходит это вследствие различия коэффициентов расширения при нагреве чугуна и бронзы.

Направляющие, отремонтированные указанными выше способами, работают хорошо, но эти способы очень трудоемки и требуют затраты дорогостоящих сплавов — бронзы и баббита.

Поэтому в настоящее время на Уралмашзаводе широко применяется наплавка направляющих цинковым сплавом ЦАМ 10—5. Это

позволило значительно снизить трудоемкость ремонта и получить значительную экономию бронзы и баббита. Наплавкой цинковым сплавом, например, восстановлена планшайба диаметром 1 600 мм с V-образными направляющими.

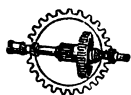
Технология восстановления направляющих следующая. Изношенная направляющая протачивается со снятием слоя толщиной примерно 2 мм. Для лучшего укрепления наплавленного слоя на поверхности конусов (фиг. 155) протачивались канавки в виде ласточкина хвоста, а на поверхности пологого конуса, кроме того, сверлились отверстия диаметром 10—12 мм, глубиной 15—20 мм, располагая их в шахматном порядке с шагом 70—80 мм. Отверстия сверлились с наклоном 15—20° к поверхности направляющей.

Для получения нужной толщины наплавленного слоя и уменьшения расхода сплава ЦАМ 10—5 применили специально изготовленный сварной кожух (см. фиг. 155,б). Слой сплава заливается такой толщины, чтобы после проточки остался слой не менее 6—8 мм.

Положительные результаты восстановления изношенных направляющих планшайб наплавкой сплава ЦАМ 10—5 были подтверждены специальной проверкой после длительной эксплуатации станка. Проверка установила, что направляющие планшайб из сплава ЦАМ 10—5 обладают высокими антифрикционными качествами, не имеют задиров или каких-либо других дефектов, способных отразиться на производительности, сроке службы или точности работы карусельного станка.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каких размеров бывают карусельные станки?
2. Почему ремонтники должны тщательно следить за правильностью установки и крепления деталей на планшайбе крупных карусельных станков?
3. Как восстанавливаются изношенные направляющие плотов супортов и штосселей?
4. Как ремонтируются направляющие планшайб и станин?
5. Расскажите о наплавке направляющих планшайб цинковым сплавом.





ГЛАВА XVII

РЕМОНТ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ СТАНКОВ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В СССР, особенно за последнее время, гидропривод в станках получил широкое распространение. Однако ремонтники часто недостаточно хорошо разбираются в них, так как рабочие процессы, происходящие в гидросистемах, не так наглядны, как действие привычных для них механических узлов станков. Причины неисправности гидросистем определяются ремонтниками с большими трудностями вследствие их многообразия, а также вследствие недостатка знаний принципов работы гидросистем.

Гидроприводы на вращательное движение большого распространения не получили, поэтому они здесь не рассматриваются. В основном гидропривод применяется при осуществлении возвратно-поступательных движений.

Основными механизмами гидропривода являются насосы. В гидроприводе применяются насосы: шестереночные, лопастные и поршневые. Шестереночные насосы бывают двух типов: обыкновенные — для давления до 20—30 ат и уравновешенные — для давления до 70 ат.

Шестереночные насосы обычно применяются в гидросистеме в качестве вспомогательных, а лопастные и поршневые — для создания высокого давления (до 70 ат).

Насосы могут быть регулируемые, т. е. допускающие изменение производительности при постоянном числе оборотов, и нерегулируемые, т. е. не допускающие изменения производительности. Системы с нерегулируемыми насосами можно регулировать дросселированием, о чем будет сказано дальше.

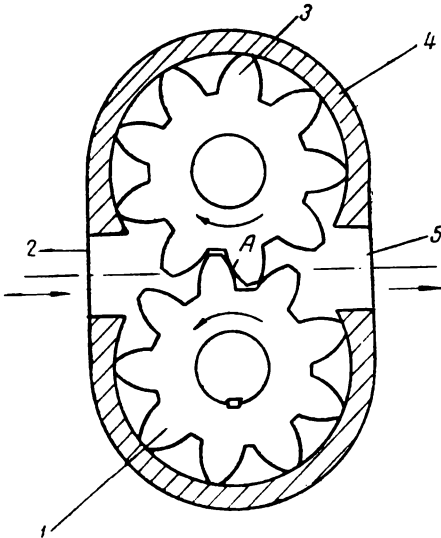
Шестереночные и лопастные насосы обычно изготавливаются нерегулируемыми, а поршневые — регулируемыми.

Рабочими органами гидравлических систем являются гидравлический цилиндр с поршнем, шток которого сообщает рабочему органу станка необходимые усилия и возвратно-поступательные движения.

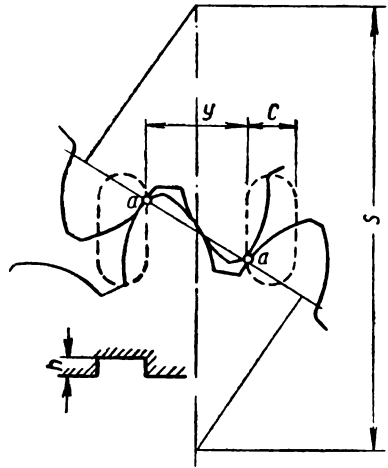
2. ШЕСТЕРЕНОЧНЫЕ НАСОСЫ

На фиг. 156 показан схематический разрез шестереночного насоса. Корпус 4 насоса имеет всасывающее 2 и нагнетательное 5 отверстия. Внутри корпуса расположены находящиеся в зацеплении шестерни 1 и 3. Одна из шестерен приводится во вращение и является ведущей.

При вращении шестерен по стрелкам объем впадин между зубьями (со стороны всасывающего отверстия 2) заполняется жидкостью, и она переносится из полости всасывания 2 в полость нагнетания 5.



Фиг. 156. Схематический разрез шестереночного насоса.



Фиг. 157. Устранение запирающей жидкости в шестереночных насосах.

тания 5. Место постоянного зацепления зубьев (точка А) отделяет полость всасывания от полости нагнетания.

Производительность насоса, по данным ЭНИМС, можно определить по формуле:

$$Q = \frac{\pi S (D_z - S) b n}{10^6} \text{ л.мин.},$$

где D_z — диаметр окружности головок в мм;

n — число оборотов насоса в минуту;

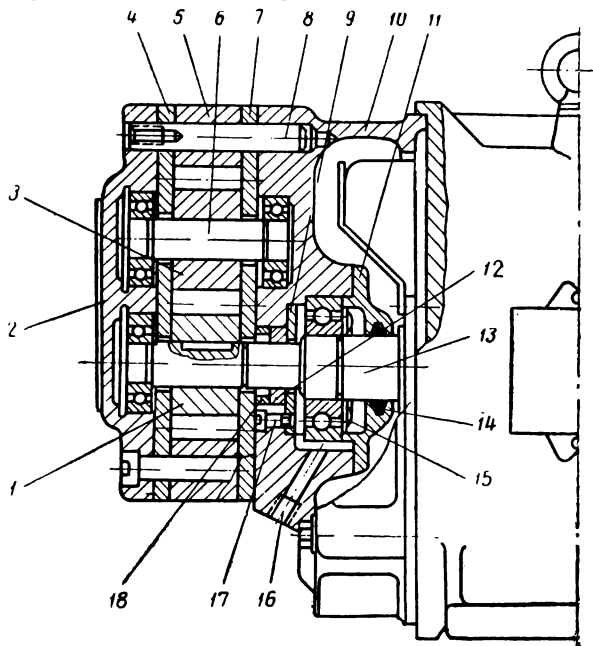
S — расстояние между центрами шестерен в мм;

b — ширина зубьев в мм.

При работе шестеренного насоса, шестерни которого выполнены с продолжительностью зацепления, большей единицы, т. е. у которых в зацеплении одновременно находится больше, чем один зуб каждой

шестерни, жидкость может быть заперта во впадине между двумя зубьями. В этом случае масло выдавливается в зазоры с большим давлением и насос работает с ударами и дрожанием.

От запираания жидкости можно избавиться фрезерованием канавок на торцах корпуса насоса, как показано на фиг. 157. По данным ЭНИМС, канавки должны быть профрезерованы на расстоянии y друг от друга. Размер определяется длиной линии зацепления, заключенной между точками aa . При эвольвентном 20° зацеплении



Фиг. 158. Типовой шестереночный фланцнасос завода «Гидропривод».

$$y = 2,78 \frac{m^2 z}{S}, \text{ где } m \text{ — модуль зацепления в мм, } z \text{ — число}$$

зубьев шестерни и S — расстояние между центрами в мм. Ширина канавки $s = 1,2 m$. Глубина канавки h фрезеруется в зависимости от модуля шестерни:

Глубина канавки h в мм	1	1,5	2,5	4,0	5,5	7,5	10
При модуле шестерни	2	3	4	5	6	7	8

Шестеренные насосы, предназначенные для подвода масла под давлением в рабочие цилиндры, осуществляют подачу стола, супорта, зажим материала, питание вспомогательных устройств, а также принудительную смазку и охлаждение.

На фиг. 158 представлен фланцнасос завода «Гидропривод». Корпус 5 и крышка 2 прикреплены к фланцу 10 восьмью винтами и

зафиксированы контрольными штифтами 8 с резьбовыми отверстиями для выпрессовки штифтов при разборке насоса. Внутри корпуса помещается пара шестерен 1 и 3.

Шестерни изготовлены из цементируемой стали, зубья шестерни прошли закалку и шлифование. Шестерня 1 закреплена на валу 13, являющемся одновременно и валом электродвигателя. Шестерня 3 запрессована на ось 6 и вращается вместе с ней. Ось 6 и вал 13 вращаются на шарикоподшипниках.

С обеих сторон корпуса имеются чугунные прокладки 4 и 7, за счет пригонки которых достигается плотное прилегание торцев шестерен и компенсируется их износ.

Для предотвращения течи масла между всеми стыковыми плоскостями поставлены прокладки из бумажной кальки. Чтобы не допустить утечки жидкости, на вал насоса поставлена чугунная втулка 12 с предохранительным кольцом 18. Эта втулка давлением жидкости прижимается к шлифованной поверхности стального каленого диска 9, прикрепленного винтами 17 к фланцу 10.

Втулка притерта к валу и вращается вместе с ним. Износ втулки компенсируется за счет ее перемещения на валу. Утечки масла, проникающие через описанное уплотнение, отводятся через штуцер 16. Чтобы масло не попадало в электродвигатель, в насосе установлены маслостражатель 15 и уплотняющая набивка 14 в крышке 11.

На практике более надежно работают насосы с передачей от насоса к электродвигателю, так как у насосов с фланцмотором очень трудно избежать проникновения масла в электродвигатель. При установке насоса обязательно нужно проверять наличие предохранительного клапана.

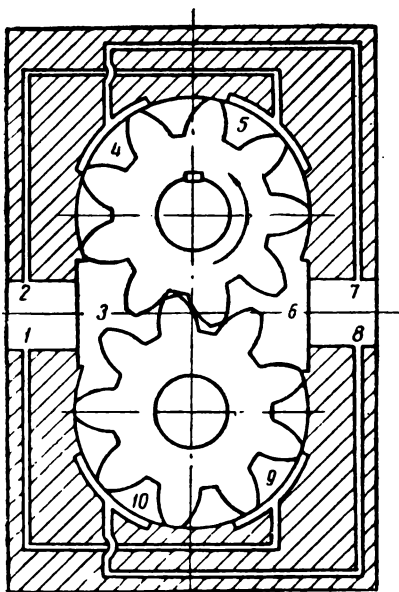
В шестеренном насосе изнашиваются торцы шестерен, поверхности прокладок 4 и 7, соприкасающиеся с торцами шестерен, и зубья шестерен. Если зубья шестерен закаленные и шлифованные, износ их очень небольшой и практического значения не имеет. Если же износ шестерен получился значительный, например, при работе с грязным маслом, то шестерни нужно менять, так как с изношенными зубьями шестерни работают неровно, разбалтывают весь насос. При износе торцев шестерен их нужно шлифовать по всей поверхности.

Торцы корпуса 5 следует пришабрить заподлицо с торцами шестерен. Необходимый зазор между торцами шестерен и прокладками 4, 7 получают за счет прокладок из тонкой бумажной кальки.

При износе внутренней поверхности корпуса 5 его следует расточить и шлифовать. При расточке необходимо снимать по возможности минимальную стружку, так как иначе может значительно повыситься производительность насоса и электродвигатель может оказаться слабым. На величину расточки внутренней поверхности корпуса нужно увеличить диаметр шестерни, корректируя соответ-

ствующим образом зацепление. Если при расточке необходимо снять значительную стружку, то корпус лучше заменить. Заготовку для шестерен перед нарезкой зубьев нужно шлифовать по наружному диаметру с таким расчетом, чтобы зазор между головками зубьев и расточкой в корпусе был не больше 0,01—0,02 мм. Запресовывать сменные кольца в расточку не рекомендуется, так как вследствие вырезов части их тела они коробятся и сидят неплотно в гнездах. Постановка дополнительных креплений портит окружность трения.

Внутреннюю изношенную поверхность корпуса можно наплавлять латунию, а затем растачивать до требуемого диаметра. Такой ремонт производится в том случае, когда необходимо сохранить старые шестерни.



Фиг. 159. Уравновешенный шестереночный насос.

Отремонтированный и собранный насос нужно испытать на производительность. Удобнее всего это произвести на специальном стенде, об устройстве которого будет сказано ниже.

Недостаток обычных шестереночных насосов в том, что их шестерни испытывают одностороннее давление жидкости, направленной со стороны полости нагнетания в сторону всасывания, вследствие чего расточка корпуса получает односторонний износ и притом тем больший, чем больше давление жидкости. Поэтому шестереночные насосы обычной конструкции применяются только для давления не более 30 ат и используются, главным образом, в механизмах подачи и быстрых перемещений головок, столов, супортов сверлильно-расшифовальных станков, в зажим-

точных, токарных, фрезерных и других устройствах, а также для подачи охлаждающей жидкости в станках глубокого сверления.

Для более высоких давлений (до 70 ат) существуют так называемые уравновешенные шестереночные насосы (фиг. 159). В этих насосах сделаны разгрузочные камеры 4 и 10, соединяющиеся каналами 7 и 8 с полостью всасывания 6. Эти камеры снимают давление, которое возникает благодаря соединению их через зазоры с полостью нагнетания 3. Камеры 5 и 9, соединенные каналами 1 и 2 с полостью нагнетания 3, уравновешивают одностороннее давление полости нагнетания. Таким образом, шестерни оказываются пол-

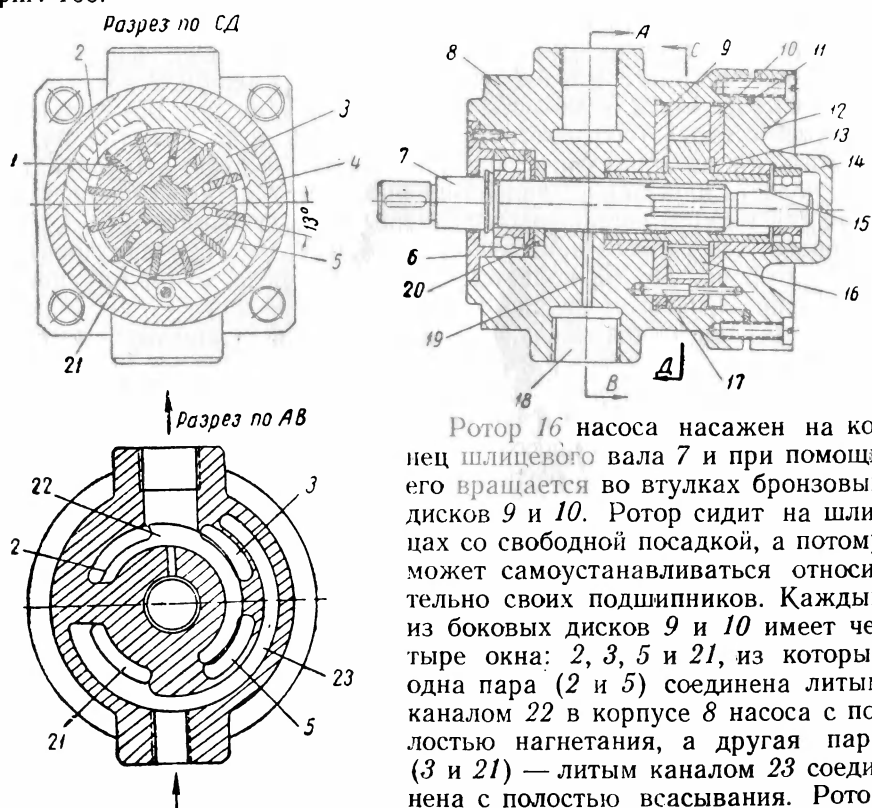
ностью освобожденными от одностороннего давления. Уплотняющие промежутки между камерами и камер между полостями всасывания и нагнетания должны быть длиной не менее шага по окружности головок зубьев шестерен.

При эксплуатации и ремонте этих насосов нужно тщательно следить за тем, чтобы разгрузочные каналы не были засоренными, так как при отсутствии разгрузки трущиеся поверхности быстро срабатываются, и насос теряет производительность.

3. ЛОПАСТНЫЕ НАСОСЫ ДВОЙНОГО ДЕЙСТВИЯ

Лопастные насосы применяются в гидросистемах сверлильно-расточных, токарных, фрезерных, протяжных и многих других типах станков. Эти насосы могут создавать давление до 70 ат.

Устройство лопастного насоса двойного действия показано на фиг. 160.



Ротор 16 насоса насажен на конец шлицевого вала 7 и при помощи его вращается во втулках бронзовых дисков 9 и 10. Ротор сидит на шлицах со свободной посадкой, а потому может самоустанавливаться относительно своих подшипников. Каждый из боковых дисков 9 и 10 имеет четыре окна: 2, 3, 5 и 21, из которых одна пара (2 и 5) соединена литым каналом 22 в корпусе 8 насоса с полостью нагнетания, а другая пара (3 и 21) — литым каналом 23 соединена с полостью всасывания. Ротор 16 имеет пазы, в которых помещаются лопатки 1. Пазы выполнены под углом 13° к радиусам.

Статор 4 представляет собой

Фиг. 160. Лопастной насос двойного действия.

кольцо, внутренняя поверхность которого выполнена по специальному профилю, состоящему из четырех дуг окружностей, соединенных архимедовыми спиралями. Лопатки 1 во время вращения ротора прижимаются к этому профилю центробежной силой и давлением жидкости, подводимой из нагнетательной полости насоса к выточкам 13 в бронзовых дисках 9 и 10. Подвод жидкости к выточкам 13 осуществляется при помощи канавок шириной 4 мм и глубиной 2 мм, профрезерованных на торцах дисков 9 и 10. Фиксация статора 4 и бронзовых дисков в отношении корпуса насоса выполняется ступенчатой шпилькой 17.

Боковое уплотнение достигается за счет малых зазоров между дисками и ротором.

При вращении ротора по стрелке, как указано на фиг. 160, лопатки, находящиеся в пределах профилей статора, соответствующими окнами 3 и 21 будут выдвигаться из ротора. При проходе участков между окнами 3 и 5, а также 2 и 21, выполненных по радиусу окружности, лопатки в пазах перемещаться не будут, а масло, заключенное между двумя лопатками, будет перемещаться к окнам 2 и 5, соединенных каналом 22 с полостью нагнетания. При проходе участков профиля статора, соответствующих окнам 2 и 5, лопатки будут двигаться в пазы ротора, вследствие чего масло будет выдавливаться в полость нагнетания; далее они проходят участки, выполненные по радиусу окружностей, расположенных между окнами 2 и 3, 5 и 21, после чего процесс повторяется. Следовательно, каждая лопатка за один оборот ротора подает жидкость два раза, а поэтому насос и называется насосом двойного действия.

Для отвода утечек масла, просачивающихся между торцами статора и бронзовых дисков 9 и 10, предназначено отверстие 12 в крышке 14 насоса, по которому утечки направляются в пространство 15. Оттуда по валу насоса утечки через отверстие 19 направляются к всасывающей линии 18 насоса. Уплотнение по валу насоса и в стыке крышки 14 с корпусом 8 осуществляется прсбковыми кольцами 11 и 20. Натяг производится винтами через крышку 14 и сквозной фланец 6. При плохом качестве этих уплотнений насос засасывает воздух и теряет производительность.

Ротор должен вращаться так, чтобы наклон лопаток был в сторону вращения. При обратном вращении лопатки и профиль статора быстро изнашиваются.

Толщина лопаток не должна превышать 2,25—2,5 мм, так как при высоком давлении, развиваемом насосом, они при проходе всасывающих окон прижимаются с большой силой к профилю статора, и чем больше толщина лопаток, тем больше сила, прижимающая лопатки, а вследствие этого тем больше износ их и профиля статора.

Лопастные насосы высокого давления требуют тщательного изготовления и минимальных зазоров в сопряженных деталях. Зазор по диаметру шеек и ротора и отверстий боковых дисков делается в пределах 0,018—0,05 мм. Зазор лопаток в пазу — не более 0,03 мм. За-

зор по торцам между ротором (лопатками) и бронзовыми дисками 0,01—0,02 мм на обе стороны.

Детали насоса изготавливаются из следующих материалов:

Статор	Сталь марки ШХ15 или ее заменитель сталь марки 9ХС
Лопатки	Сталь марки РФ-1 (быстрорежущая)
Ротор	Сталь марки 40Х
Диск	Бронза марки Бр. АЖ 9—4.

Лопатки даже из стали марки РФ-1 часто быстро изнашиваются (в 2—3 дня). Обычно это происходит по причине некачественной закалки. Необходимо контролировать, чтобы твердость концов лопаток после закалки и шлифования была не менее 56—62 R_c . Полезно после шлифования произвести электрополировку лопаток.

Ремонт лопастных насосов в основном сводится к замене изношенных лопаток, правке пазов ротора и профильной поверхности статора.

4. ПОРШНЕВЫЕ НАСОСЫ

Одним из современных поршневых насосов может служить насос, изображенный на фиг. 161, производительностью 100 л/мин.

Ротор 9 с грибовидными поршнями 8 вращается от приводного вала 1 через муфту 4. При вращении ротора поршни 8 действием центробежной силы прижимаются к коническим поверхностям колец 7, запрессованных в барабан 5. Барабан 5 может свободно вращаться на шарикоподшипниках 2 и 12, посаженных в расточки блока 10. Эксцентриситет насоса, а следовательно, и производительность его может меняться за счет перемещения блока 10 по своим направляющим 3 перпендикулярно оси вала 1.

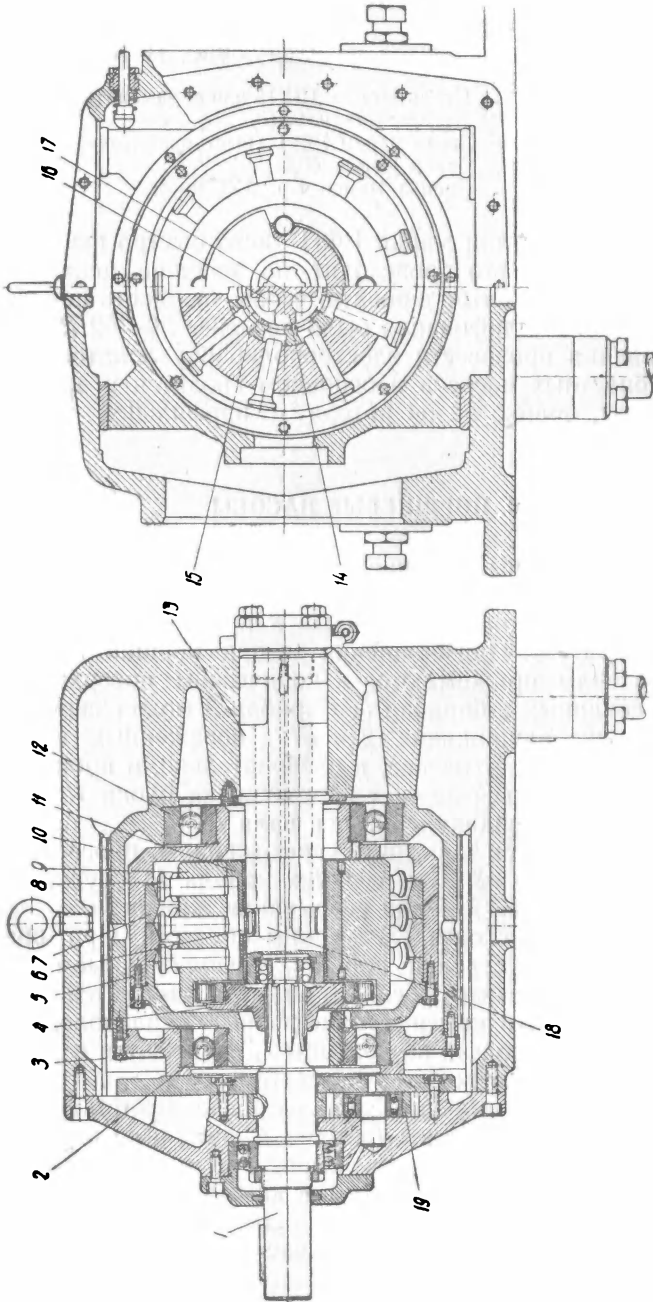
Жидкость подводится к ротору через каналы, просверленные в распределительной оси 13. Два верхних канала 16 служат для нагнетания и два нижних 17 — для всасывания жидкости.

Работа насоса происходит следующим образом. При вращении ротора против часовой стрелки поршни, расположенные со стороны всасывания, действием центробежной силы выдвигаются наружу и засасывают жидкость в камеры 15, поршни же, расположенные со стороны нагнетания, скользя по кольцам 7, вдвигаются в ротор и через каналы 16 нагнетают жидкость в систему.

Всасывающие и нагнетающие каналы распределительной оси соединяются с камерами поршней 15 через вырезы 6 во втулке 11, посаженной в ротор, и также через вырезы 18 в распределительной оси. Во втулке 11 вырезы сделаны для каждого ряда поршней, а в распределительной оси — два выреза, разделенные перемычками 14.

Эти перемычки отделяют полость всасывания от полости нагнетания.

Ширина перемычки делается несколько больше, чем ширина вы-



Фиг. 161. Поршневой насос производительностью 100 л/мин.

реза во втулке. Однако перекрытие с каждой стороны должно быть не больше, чем указано ниже (данные ЭНИМС):

Число поршней в одном ряду	7	9	11	13
Перекрытие	0,015 <i>D</i>	0,018 <i>D</i>	0,020 <i>D</i>	0,023 <i>D</i>

где *D* — диаметр распределительной оси.

Делать большое перекрытие нельзя, так как, проходя через перемычку, поршень продолжает двигаться по эксцентричной поверхности колец и подавать жидкость, вследствие чего резко повышается давление под поршнем и насос работает беспокойно.

Как видно из фиг. 161, головки поршней касаются конической поверхности колец 7 эксцентрично по отношению оси поршня, а поэтому поршень вращается вокруг своей оси. Такая работа поршня способствует равномерному его износу. Кроме того, скорости движения поршней относительно колец 7 невелики, так как барабан 5, в котором сидят кольца, может свободно вращаться в блоке 10 на шарикоподшипниках 2 и 12, вследствие чего трение поршней заставляет вращаться барабан с кольцами.

Насос обычно выполняется в виде агрегата, включающего, кроме поршневого насоса, еще вспомогательный шестеренный насос 19.

У нас такие насосы выпускает завод «Гидропривод», причем поршни делаются с грибовидной головкой (как показано на фигуре) и простые цилиндрические.

Зазоры между поршнем и сопряженным с ним отверстием не должны превышать: 0,03 мм для поршней диаметром до 18 мм и 0,04 мм для поршней диаметром до 40 мм.

Поршни обычно изготавливаются из стали марки 40Х, закаленной до $R_c = 56 \div 62$; конусные кольца — из стали марки ШХ15.

Наибольшему износу подвергаются втулка ротора и шейка центральной оси, сопряженная со втулкой. Поэтому ось и втулка ротора должны изготавливаться из качественных материалов и с особой тщательностью. Ось обычно изготавливается из стали марки 40Х, закаленной до $R_c = 53 \div 62$, а втулка из бронзы марки Бр. ОФ10.

Между отверстием втулки ротора и осью должны быть следующие зазоры:

Ось диаметром до 40 мм	— не более	0,04 мм	
»	»	» 75 мм	» 0,06 мм
»	»	» 115 мм	» 0,09 мм

Остальные детали особых требований к материалу не предъявляют.

Управление регулируемым поршневым насосом обычно осуществляется при помощи шестеренного насоса, клапанов и механизма изменения производительности. Управление бывает от руки или от упоров, при помощи сервомоторов, или же электрическое при помощи соленоидов. Производительность насоса изменяется перемещением скользящего блока по его направляющим, вследствие чего изменяется эксцентриситет насоса.

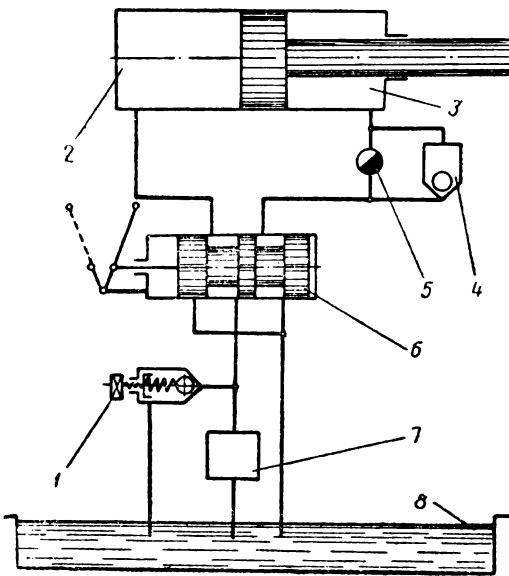
5. РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ И РЕГУЛИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Распределительные устройства направляют поток жидкости в различные механизмы гидравлической системы и отводят его в резервуар. Регулирующие устройства устанавливают требуемое давление, скорость потока, длительность действия механизмов и т. п.

К распределительным и регулирующим устройствам относятся клапаны, дроссели, реле давления, золотники и краны управления.

Клапаны. По конструкции и назначению клапаны делятся на обратные, предохранительные, напорные и редуцирующие.

Обратные клапаны применяются в тех случаях, когда поток жидкости в гидросистеме должен проходить через клапан только в одном направлении. На фиг. 162 показана принципиальная схема применения



Фиг. 162. Принципиальная схема применения обратного клапана.

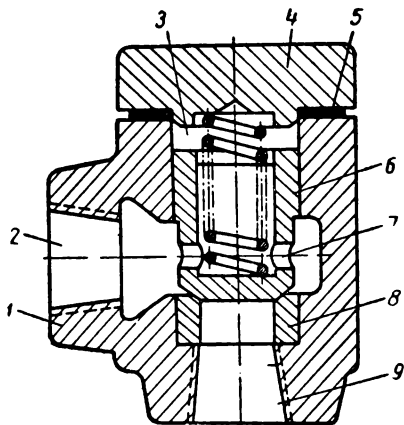
обратного клапана. Насос 7 через реверсивный золотник 6 подает масло в левую полость 2 рабочего цилиндра. В это время масло из правой полости 3 цилиндра может проходить только через дроссель 5, так как свободный проход ему через реверсивный золотник в бак 8 закрыт обратным клапаном 4. Таким образом, изменяя величину открытия дросселя, можно изменить скорость рабочего хода поршня. При левом положении золотника 6 обратный клапан 4 не препятствует проходу масла и поршень быстро отходит в исходное положение. Чтобы избежать в системе повышения давления

сверх необходимого, на напорном трубопроводе поставлен предохранительный клапан 1.

На фиг. 163 показана нормальная конструкция обратного клапана типа Г51-2. Работает этот клапан следующим образом. Жидкость через отверстие 9 давит на дно цилиндрического клапана 6 и, преодолевая сопротивление слабой пружины, поднимает его с конического седла 8, после чего жидкость свободно проходит через отверстие 2. При обратном движении жидкости она через отверстия 7 попадает в полость 3 и своим давлением на дно и торцы клапана опускает его на седло и тем самым закрывает выход в отверстие 9. Уплотнение

между крышкой 4 и корпусом 1 достигается за счет затяжки медных прокладок 5 при помощи гаек.

Обратные клапаны монтируются непосредственно на трубопроводах. Они могут устанавливаться горизонтально, вертикально и наклонно. Надежно работать клапан может только лишь при хорошем прилегании его к седлу. Поэтому нужно следить за состоянием опорной поверхности клапана и седла. Так, например, если в приведенной выше схеме при закрытом дросселе поршень продолжает двигаться вправо, необходимо разобрать обратный клапан и проверить его сопряжение по седлу. Если необходимо заменить седло, оно выбивается из корпуса через отверстие 9 ударами по выступающей в отверстие части тела кольца. Сливную трубу обратного клапана необходимо монтировать также тщательно, как и напорную, так как через нее возможен засос воздуха в систему.



Фиг. 163. Типовая конструкция обратного клапана.

Наиболее прост по конструкции шариковый предохранительный клапан, но он надежно запирает жидкость и при высоком давлении работает беспокойно.

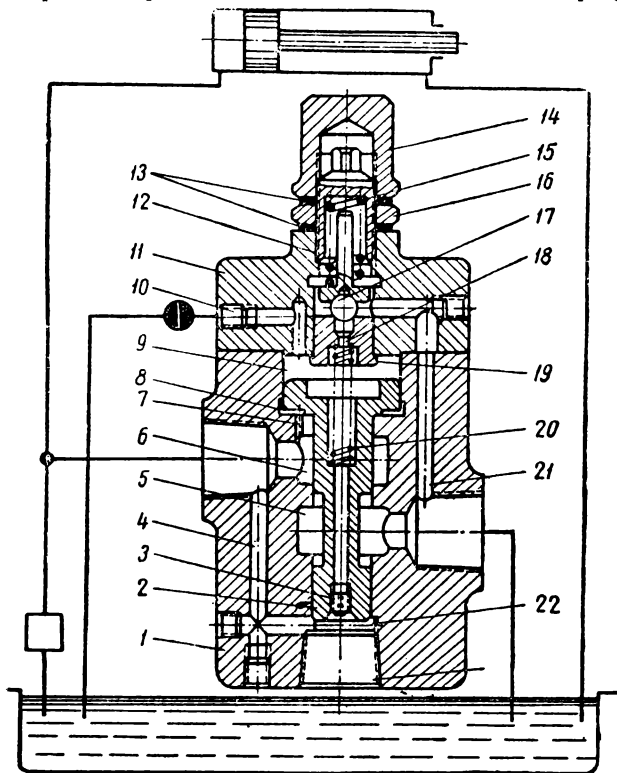
Причина беспокойной работы шарикового клапана заключается в том, что при высоком давлении он должен иметь сильную пружину. Когда давление жидкости преодолевает силу пружины, шарик отделяется от своего гнезда, образуя кольцевую щель, и в эту щель устремляется жидкость, за счет чего давление в системе несколько падает, вследствие чего пружина снова прижимает шарик к седлу до тех пор, пока возросшее давление опять не отрывает шарик от его седла. В результате работа клапана при мощной пружине сопровождается резким шумом и вызывает вибрации механизма.

Поэтому в системах высокого давления шариковые предохранительные клапаны ставят обычно в комбинации с золотниками. Один из таких более совершенных клапанов (тип Г52-1) показан на фиг. 164.

Работа клапана происходит следующим образом. Жидкость от насоса поступает в камеру 6, но пройти на слив в бак через камеру 5 она не может, так как золотник 2 действием слабой пружины 20 прижат вниз и разделяет камеры 5 и 6. Такое положение золотник получит тогда, когда давление в системе соответствует тому, на которое отрегулирована пружина 15, прижимающая шарик 17 к его седлу 19. В это время золотник 2 сверху и снизу испытывает одно и то же давление жидкости, так как снизу на него давит жидкость,

проходящая через отверстия 4 и 7, соединяющие камеры 22 и 8 с камерой 6, а сверху давит жидкость, проходящая из камеры 22 через демпфер 3 (отверстие малого диаметра) в камеру 9.

Если давление в системе поднимается выше нормального, то жидкость, давящая на шарик через отверстие 18, поднимет его и устремится через отверстие 21 и полость 5 в бак. По мере увеличения



Фиг. 164. Типовая конструкция предохранительного клапана.

давления поток жидкости будет увеличиваться, но эта жидкость может попасть в камеру 9 только через демпфер 3, где она будет терять давление. Вследствие этого в камере 9 давление окажется ниже, чем в камере 22, и золотник 2, преодолевая сопротивление пружины 20, поднимется вверх, открывая сообщение камер 6 и 5. Чем больше будет повышаться давление в системе, тем выше будет подниматься золотник 2, открывая все более широкую щель для соединения камер 6 и 5. Таким образом, этот клапан очень плавно поддерживает постоянное давление в системе.

Корпус клапана 1 сверху закрывается крышкой 11, притягиваемой болтами. Натяг пружины шарика регулируется винтом 12 с гай-

кой 16. Для создания герметичности винт закрывается колпаком 14, между торцами гайки проложены прокладки 13.

Этот предохранительный клапан может служить для разгрузки системы от давления. Для этого нужно открыть кран, присоединенный к отверстию 10, тогда жидкость из камеры 9 направится в бак и золотник поднимется, соединяя полости 5 и 6.

Такие клапаны применяются не только как предохранительные, но и для поддержания определенного постоянного давления в системах с насосом постоянной производительности и дроссельным регулированием.

Предохранительные клапаны ставятся непосредственно на трубопроводах в горизонтальном, вертикальном или наклонном положениях. Сливная труба клапана должна монтироваться с той же тщательностью, что и нагнетательная, так как через нее возможен засос воздуха. Во избежание подсоса воздуха в систему и утечек необходимо следить за уплотнением прокладок 13. При утечках в кране или в соединяющих его трубопроводах давление в системе может колебаться или же полностью отсутствовать.

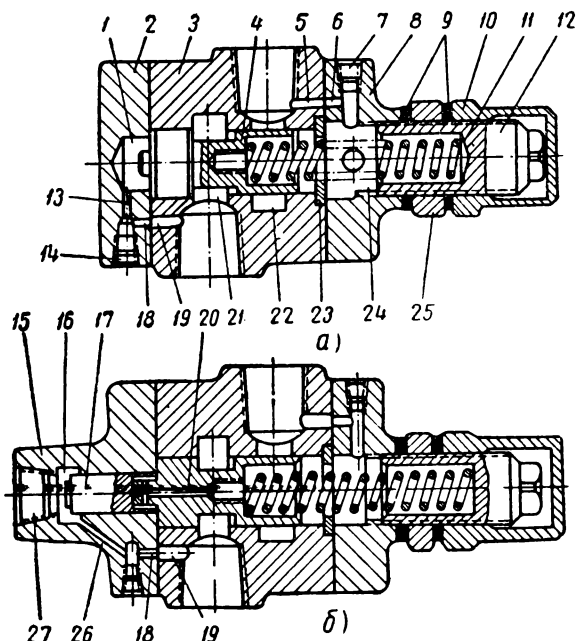
Согласно указаниям ЭНИМС по эксплуатации клапанов, колебания давления и шум при работе клапанов чаще всего наблюдается при насыщении масла в баке воздухом. При наличии воздуха в масле на поверхности масла в баке появляется пена. Загрязненность масла также может привести к колебаниям давления, так как грязь может забить демпфер 3, вследствие чего снизится давление в камере 9 и золотник 2 поднимется. Грязь может нарушить плотное прилегание шарика к своему седлу, что приведет к пропуску масла и сбросу давления. Колебания давления могут быть также вследствие износа шарика. В этом случае его следует заменить новым. Для прочистки седла шарика следует максимально ослабить его пружину, что даст возможность потоку масла пройти через отверстия 18 и 21 и смыть загрязнение.

При грязном масле могут засориться и другие отверстия. В этом случае промывка клапана потоком жидкости не даст удовлетворительных результатов. Клапан нужно разобрать и все его части тщательно промыть, а отверстия продуть и, убедившись в отсутствии в них грязи, клапан собрать так, чтобы выходы отверстий не были перекрыты завинчиваемыми штуцерами и пробками, а уплотняющие прокладки хорошо прижаты.

Напорные золотники. Напорные золотники монтируются непосредственно на трубопроводах и служат для предохранения гидросистем от перегрузки и для поддержания определенного постоянного давления в гидросистемах. Напорный золотник можно монтировать в горизонтальном, вертикальном, а также в наклонном положении. Такие золотники конструкции ЭНИМС выпускаются двух типов: Г54-1 и БГ54-1.

Напорный золотник типа Г54-1 показан на фиг. 165,а. Этот золотник предназначен для давления масла до 25 ат, работает он

следующим образом. Золотник настраивается на определенное давление винтом 12, нажимающим на пружину 11 золотника 4. Винт фиксируется по отношению к крышке 8 гайкой 25 и закрывается колпачком 10. Для уплотнения с обеих сторон гайки поставлены прокладки 9. Пружина прижимает золотник 4 к крышке 2, соединенной болтами с корпусом 3.



Фиг. 165. Типовая конструкция напорного золотника:
а — для давления до 25 ат; б — для давления свыше 25 ат.

При данном положении золотника камера 21, в которую подается масло под давлением, разобщена с камерой 22, через которую масло идет на слив в бак. Давление масла из камеры 21 через отверстия 13, 18 и 19 передается в полость 1, а следовательно, и на левый торец золотника 4. Если давление в системе превышает давление, на которое отрегулирована пружина 11, то золотник переместится вправо до упорной шайбы 23, камеры 21 и 22 соединятся, и масло из нагнетательной камеры поступит в сливную трубу. Отверстие малого диаметра 13 является демпфером, уничтожающим колебания золотника.

При высоких давлениях (выше 25 ат) в клапане описанной конструкции пружина должна быть очень мощной, что значительно увеличивает габариты крана. Поэтому для давлений выше 25 ат применяются клапаны типа БГ54-1 (фиг. 165,б), конструкция которых отличается от предыдущих удлиненной крышкой 15, в которой помещается плунжер 17 меньшего диаметра, чем золотник 4. Давле-

ние масла передается через отверстия 18, 19, 26 и камеру 16 на левый торец плунжера 17, который толкает золотник 4. Вследствие того, что диаметр плунжера меньше диаметра золотника, потребная мощность пружины в золотниках типа Б154-1 меньше, чем в золотниках типа Г54-1, поэтому они применяются для больших давлений, чем последние.

Отверстие 26 малого диаметра служит демпфером, устраняющим колебания золотника. Отверстие 20 предназначено для отвода масла, проникающего в соединение торцев плунжера и золотника. Отверстие в крышке 15 заглушено пробкой 27, в крышке 2 — пробкой 14 и в крышке 8 — пробкой 7. Отверстия 5 и 6 служат для удаления утечек из камеры 24.

Помимо описанного, данный напорный золотник может монтироваться в других вариантах, путем поворота правой и левой крышек.

Так, например, если на сливной трубе, соединенной с камерой 22, установлен дроссель, регулирующий скорость хода поршня гидравлического двигателя, то спускать утечки из камеры 24 через отверстия 5 и 6 нельзя. В этом случае крышку 8 поворачивают так, что отверстия 5 и 6 оказываются разъединенными, а для спуска утечек вместо пробки 7 ставят особый трубопровод. В данном случае золотник работает, как предохранительный.

Однако в гидросистемах часто требуется не допустить выход масла из штоковой полости гидравлического цилиндра. Например, для устранения самопроизвольного опускания поршня, когда гидравлический цилиндр расположен вертикально, или для создания определенного противодействия в штоковой части гидравлического цилиндра.

Для этих целей данный золотник поворотом крышек может обеспечить следующие три схемы монтажа.

1. Отверстия 18 и 19 разобщены, нагнетательная камера 21 соединена с штоковой полостью цилиндра, вместо пробки 14 ставится трубопровод, соединяющий золотник с нагнетательной линией гидросистемы.

В данном положении золотник запирает выход масла из штоковой полости цилиндра и поршень остается в верхнем положении до тех пор, пока давление в рабочей полости цилиндра и нагнетательном трубопроводе достигнет величины, предусмотренной настройкой напорного золотника. После этого золотник 4 передвинется вправо и откроет выход масла в сливную трубу.

2. Отверстия 5, 6, 18 и 19 разобщены, нагнетательная камера 21 соединена с штоковой полостью цилиндра, вместо пробки 14 присоединена нагнетательная линия гидросистемы, на сливной трубе установлен дроссель, регулирующий скорость движения поршня и создающий противодействие в штоковой полости цилиндра. Утечки из камеры 24 отводятся по особому трубопроводу. В остальном работа золотника аналогична предыдущему.

3. Отверстия 5 и 6 разобщены, отверстия 18 и 19 соединены,

нагнетательная камера 21 соединена с штоковой полостью цилиндра. В данной схеме золотник не соединен с нагнетательной ветвью системы, а поэтому золотник сработает тогда, когда давление в штоковой полости достигнет величины, предусмотренной настройкой напорного золотника.

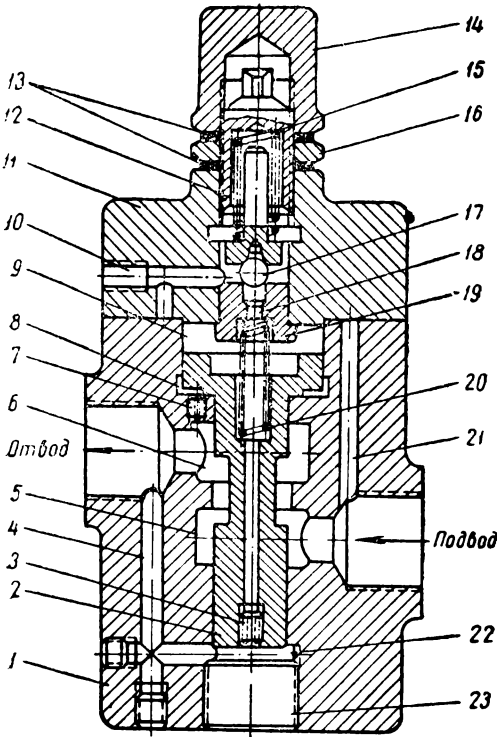
Причины неправильной работы напорных золотников и методы их устранения те же, что и у предыдущих.

Редукционные клапаны. Редукционные клапаны широко применяются в гидравлических системах станков для понижения давления при питании механизма от насоса более высокого давления.

Редукционные клапаны применяются в гидросистемах, когда система делится на главную и вспомогательную линии. Например, для уменьшения давления подачи при резании слабыми, нежесткими режущими инструментами, регулирования силы зажима обрабатываемых деталей, устранения слишком быстрого переключения золотников, а также для равномерного расхода жидкости в регуляторах скорости.

Регуляторами скоростей называются аппараты, включающие в себя редукционные клапаны, работающие во взаимодействии с дросселями.

На фиг. 166 показана конструкция редукционного



Фиг. 166. Типовая конструкция редукционного клапана.

го клапана ЭНИМС тип Г57-1.

Редукционный клапан конструкции ЭНИМС работает следующим образом. Настройка на определенное давление производится вращением винта 12, действующего на пружину 15, прижимающую шарик 17 к его седлу 19. Винт фиксируется относительно крышки 11 гайкой 16. Уплотнение от утечек масла осуществляется медными прокладками 13 и колпаком 14.

Масло подводится в камеру 5 и отводится через камеру 6. В

положении, показанном на фигуре, камера 5 соединена с камерой 6, вследствие чего в них устанавливается одно и то же давление. Золотник 2 разгружен от давления масла, так как сверху на него давит масло, находящееся в полости 9, а снизу — масло в полостях 8 и 22. Эти полости соединены с камерой 6 отверстием 4 и демпферами 3 и 7. Давлением слабой пружины 20 золотник 2 удерживается в нижнем положении.

Из полости 9 масло через отверстие 18 может попадать под шарик и через отверстие 10 сливаться в бак. Отверстие в корпусе 1 заглушено пробкой 23.

Для работы клапана пружину 15 настраивают на требуемое давление, которое меньше давления в общей системе, т. е. в камере 5. В этом случае масло, проходя в камеру 6 и попадая через демпфер 3 в полость 9, поднимает шариковый клапан и устремляется на слив через отверстие 10. Вследствие прохода масла через демпфер 3 давление в полости 9 понижается и золотник 2 поднимается, уменьшая щель для прохода масла из камеры 5 в камеру 6. С уменьшением щели давление в полости 6 падает и достигает той величины, на которую отрегулирована пружина 15.

При работе клапана через отверстие 10 непрерывно течет масло, но этот поток не должен превышать 0,8 л/мин.

Редукционный клапан этой конструкции работает без шума и вибраций, так как демпферы 3 и 7 поддерживают стабильное положение золотника 2.

Редукционные клапаны монтируются непосредственно на трубопроводах, причем клапан может монтироваться в горизонтальном, вертикальном и наклонном положениях.

При монтаже необходимо следить, чтобы отверстие 21 в корпусе не оказалось соединенным с отверстием 10 в крышке. Наличие лишнего в данном случае отверстия 21 объясняется тем, что корпуса нормализованы и изготавливаются одинаковыми для разных типов клапанов.

Клапан должен работать бесшумно и без колебаний давления; если наблюдается шум или колебание давления, то в первую очередь необходимо проверить, не насыщено ли масло воздухом.

Колебания давления могут быть связаны с износом шарика 17 или его седла, загрязнением демпферов 3 и 7 и седла клапана.

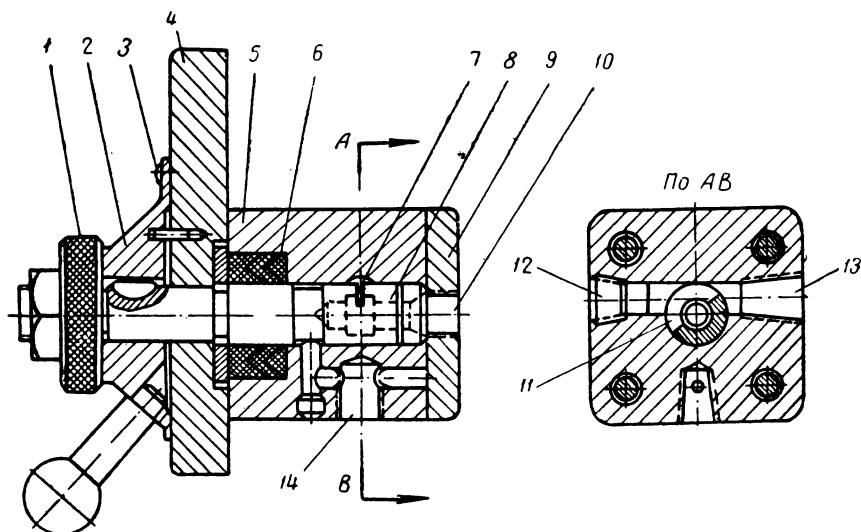
Низкое давление или полное отсутствие его за редукционным клапаном при наличии давления перед редукционным клапаном может вызваться засорением демпфера 3 или седла 19 шарика. Чтобы прочистить демпфер 3, нужно отвернуть пробку 23 и прочистить отверстие демпфера иглой. Седло 19 можно промыть потоком масла.

Если принятые меры не устраняют дефектов работы клапана, надо снять крышку 11 и проверить проходимость всех отверстий и исправное состояние посадочных поверхностей.

Периодическое повышение давления за редукционным клапаном

может быть вызвано засорением демпфера 7. Для прочистки демпфера необходимо снять крышку 11 и вынуть золотник 2.

Дроссель. Дроссели в основном служат для регулирования количества масла, протекающего в системе. В гидросистемах современных станков дроссели работают обычно в комбинации со специальными редуционными клапанами. Взаимодействие этих клапанов с дросселями обеспечивает независимость расхода масла, проходящего через дроссель, от давления масла в системе или нагрузки рабочих органов станка, что в конечном счете обеспечивает равномерную скорость движения рабочих органов станка.



Фиг. 167. Типовая конструкция дросселя щелевого типа.

На фиг. 167 показан дроссель конструкции ЭНИМС (тип Г77-11). Этот дроссель применяется при наибольшем расходе масла до 12 л/мин. Когда расход масла доходит до 70 л/мин, применяется дроссель типа Г77-14, который отличается от предыдущего только своими размерами.

Дроссель работает следующим образом. Масло подводится в одно из отверстий 12 или 13, проходя через щель 11, отводится в отверстие 10. Свободное отверстие заглушается пробкой 12. Поворачивая дроссель 8 вправо или влево, можно увеличивать или уменьшать длину щели, доступную для прохода масла, а следовательно, увеличивать или уменьшать количество масла, проходящего через дроссель в единицу времени. Щели 11 в корпусе 5 соответствует отверстию 7.

При настройке дросселя гайка 1 отвинчивается, и лимб 2 при помощи рукоятки поворачивается вместе с дросселем 8 в требуемое положение, после чего лимб фиксируется гайкой 1. Для установки

лімба на крышке 4 установлена шкала 3. Соединения между крышками 4 и 9 и торцами корпуса 5 уплотняются бумагой. Для предотвращения утечек по оси дросселя предусмотрено уплотнение 6. Отверстие 14 служит для стока утечек.

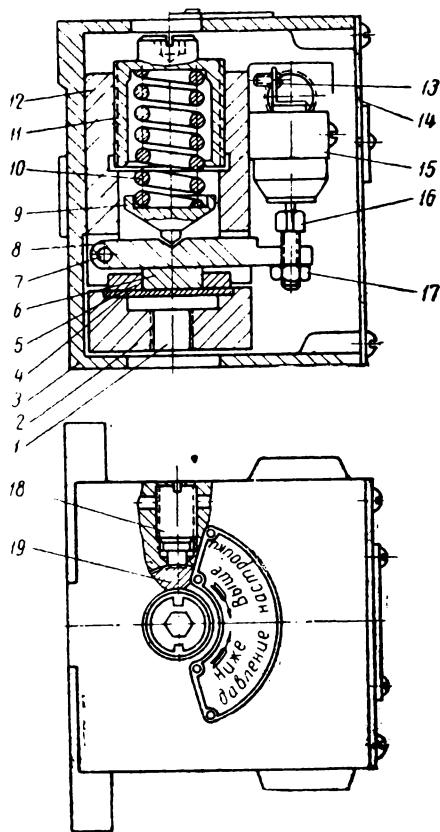
Щель в дросселе, через которую проходит масло, очень узка, поэтому она легко засоряется, следовательно, в системах с дроссельным регулированием надо особенно тщательно следить за чистой маслу и за хорошей его фильтрацией. При плохой работе системы прежде всего следует проверить хорошую проходимость дроссельной щели.

Реле давления. Реле давления применяется для осуществления автоматического управления золотниковыми распределительными устройствами в тех случаях, когда они должны действовать при достижении в системе определенного давления масла. Например, отвести инструмент от детали при перегрузках, при находе на мертвый упор.

Одна из конструкций реле давления (тип Г62-21 конструкции ЭНИМС) показана на фиг. 168. Принцип работы этого реле следующий.

В нарезном отверстии корпуса 12 ввинчивается винт 11, который регулирует натяжение пружины 10. Пружина 10 через остrokонечное седло 9 давит на рычаг 8, сидящий на оси 7. Рычаг 8 опирается через шайбу 6 на мембрану 4 из маслостойкой резины. Мембрана монтируется через отъемную крышку 2 и зажимается между корпусом и крышкой шайбой 5.

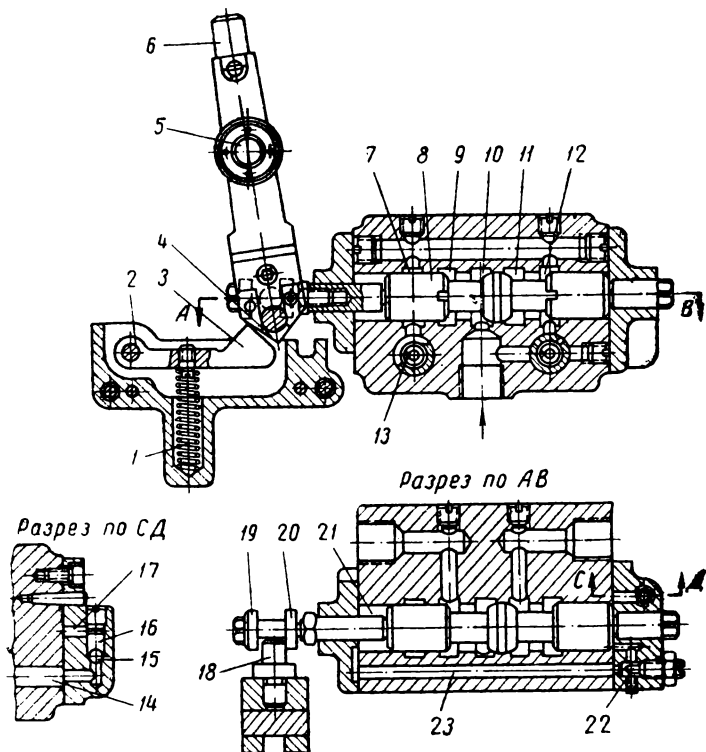
Давление масла от системы подводится через отверстие 1. Если давление масла меньше, чем давление, создаваемое пружиной 10, то рычаг 8 опускается на шайбу 5. Если же давление масла больше давления, создаваемого пружиной, мембрана 4 давит вверх и через



Фиг. 168. Типовая конструкция реле давления.

шайбу 6 поднимает рычаг так, что он болтом 16 нажимает на штифт микровыключателя 15. Штифт микровыключателя, поднимаясь, замыкает электрические контакты микровыключателя и тем самым вводит в действие аппаратуру (реле, соленоиды), управляющую переключением золотниковых устройств.

Электропровода подводятся к контактам 13 микровыключателя. Фиксирование болта 16 осуществляется гайкой 17, фиксирование



Фиг. 169. Реверсивный золотник шлифовального станка 5250.

винта 11 — винтом 18 через медный грошик 19. Аппарат защищен кожухом 3 с крышкой 14.

Распределительные аппараты. Золотниковые устройства по роду управления бывают: с ручным управлением, с гидравлическим управлением, с электрическим управлением, а также устройства, управляемые от упоров станка.

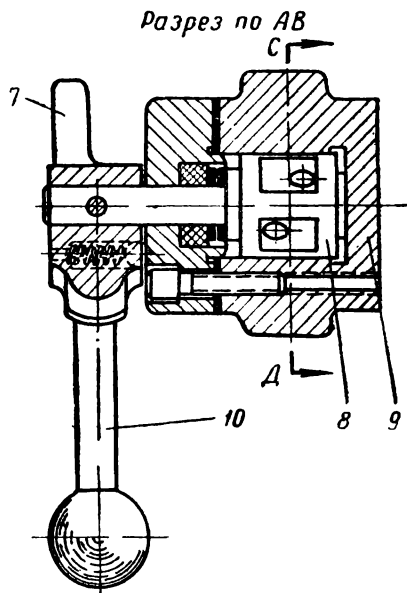
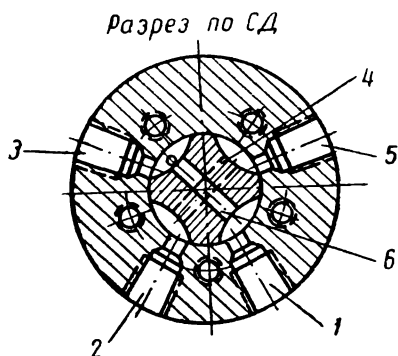
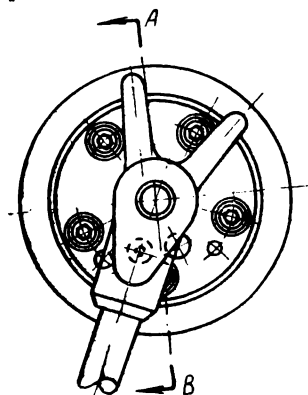
Для сложных и наиболее употребительных циклов, (циклы сверлильно-расточных, токарных, фрезерных, шлифовальных и шлифовально-притирочных станков) золотниковые устройства объединяются в комбинации с клапанами, дросселями, регуляторами скорости в панели управления. Золотниковые устройства могут управляться

комбинированно, т. е. вручную, от упоров станка, а также электрически и гидравлически.

Золотники служат для распределения жидкости по каналам. В качестве примера на фиг. 169 представлен реверсивный золотник с пружинным механизмом внутришлифовального станка 3250.

Масло от насоса подводится в средней камере 10, откуда в зависимости от положения золотника 8 может направляться через камеры 9 и 11 в полости цилиндра. Масло из цилиндра выходит через камеры 7 или 12, соединенные с баком через дроссели 13, которые регулируют скорость перемещения поршня.

Реверсирование происходит в момент, когда укрепленный на столе станка упор воздействует на рычаг 6, который имеет возможность поворачиваться на оси 5.



Фиг. 170. Поворотный кран для управления золотниковыми устройствами.

При этом призма 4, укрепленная на рычаге 6, воздействует на рычаг с призмой 3, который, поворачиваясь относительно оси 2, преодолевает действие пружины 1. Как только рычаг 6 немного перейдет вертикальное положение, призма 3 под действием пружины 1 перебрасывает его во второе крайнее положение. При повороте рычага 6 укрепленный на нем палец 18 ведет за собой золотник 8 при помощи заплечиков 19 и 20. Чтобы до подхода к вертикальному положению рычага 6 золотник 8 не прекратил доступ масла в цилиндр (так как в этом случае стол остановился бы и реверс был бы невозможен),

расстояние между заплечиками 19 и 20 должно быть больше диаметра пальца 18.

В момент переключения золотника 6 происходит торможение стола станка. При этом должны быть преодолены инерционные силы, которые при большой массе стола и значительной скорости его перемещения могут быть весьма велики. Чтобы движение стола не было резким (с ударами), конструкция золотника должна позволять регулирование времени его переключения, а следовательно, и времени торможения.

Это достигается тем, что масло из камеры 21 со стороны левого торца золотника перепускается под его правый торец через канал 23 и дроссель 22. Регулировкой дросселя может быть достигнута требуемая скорость переключения золотника и работа механизма без ударов. Заполнение торцевых камер золотника маслом, а также компенсация утечек в них осуществляется через шарик 15 и отверстия 14, 16, 17. Отверстие 14 соединено со сливной линией системы, в которой поддерживается минимальное давление.

Пружинный механизм дает возможность золотнику перейти мертвое положение, когда поршень его прекращает доступ масла в рабочий цилиндр.

Кран управления. Для управления золотниковыми распределительными устройствами применяются вспомогательные гидравлические аппараты — краны управления (поворотные краны).

На фиг. 170 представлена часто применяемая конструкция поворотного крана.

Распределение происходит при помощи шибера 8, который может поворачиваться в корпусе 9 в пределах 45°. Масло из насоса подводится через трубопровод к каналу 2 и при положении рукоятки 10, изображенном на фигуре, может направляться через отверстие 4 (показано пунктиром) в канал 5 и оттуда в систему. Канал 1 через отверстие 6 в шибере соединяется с каналом 3, который постоянно соединен трубопроводом с баком. Во втором положении (при повороте шибера на 45°) канал 2 соединяется с каналом 1, а канал 5 через отверстие 6 соединяется с каналом 3. Поворот шибера может быть произведен рукояткой 10 или рычажками 7, на которые воздействуют упоры станка.

6. ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ СТАНКА

Регулирование гидравлических систем станков заключается в том, что за счет изменения объема масла, подводимого в единицу времени в полости рабочего цилиндра, изменяется скорость хода рабочего поршня, приводящего в движение рабочие органы станка.

При насосе с регулируемой производительностью изменение объема масла, подаваемого в рабочий цилиндр, производится за счет изменения производительности насоса, а при насосе с постоянной

производительностью — за счет применения дросселирующих устройств, описанных выше.

Гидросистемы с регулируемым насосом. В гидросистемах с регулируемым насосом насос (обычно пропеллерной) настраивается на подачу определенного объема жидкости в минуту. Количество жидкости, подаваемое насосом в минуту (т. е. его производительность) одинаково как для рабочего, так и для холостого хода.

При холостом ходе станка поршню нужно преодолеть только силы трения поршня, штока и направляющих станка. Поэтому давление в рабочей полости цилиндра, развиваемое насосом, будет очень небольшим, а следовательно, небольшим будут и утечки масла через зазоры, имеющиеся во всех подвижных соединениях системы. Это будет происходить потому, что все утечки пропорциональны давлению, т. е. чем больше давление, тем больше утечки.

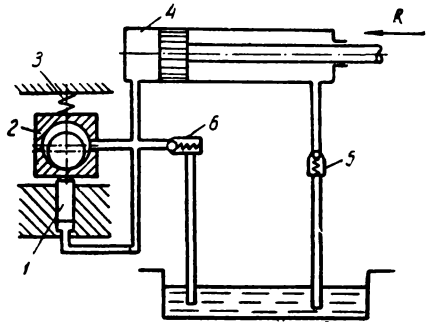
При работе станка под нагрузкой давление в рабочем цилиндре должно возрасти, чтобы преодолеть рабочее усилие, а раз повысится давление, то увеличатся и утечки. Насос же подает количество жидкости одно и то же как при холостом, так и при рабочем ходе поршня.

Следовательно, за счет меньших утечек скорость поршня при холостой работе станка будет больше скорости поршня при работе станка под нагрузкой.

При малых рабочих скоростях (например, 5 мм/мин) скорость холостого хода может быть в 8—10 раз больше скорости рабочего хода, а значит, что при малых рабочих скоростях в данной системе скорость за счет утечек резко меняется с изменением нагрузки станка, что может повести к поломке инструмента при выходе его из детали.

Поэтому описанная система с регулируемым насосом, как необеспечивающая постоянной скорости рабочего хода, не применяется при высоких давлениях жидкости и при малых скоростях рабочего хода. Это обстоятельство нужно всегда иметь в виду при эксплуатации станков.

При малых скоростях и больших давлениях применяют регулируемые насосы с устройствами для компенсации утечек. Такая система (фиг. 171) применяется в станках, где требуется малая подача, например, в токарных и сверлильно-расточных. Принцип ее работы заключается в следующем.



Фиг. 171. Схема гидравлической системы с регулируемым насосом.

Поршневой регулируемый насос 2 подает жидкость в рабочий цилиндр 4. Плунжер 1 под действием рабочего давления, развиваемого насосом, стремится преодолеть действие пружинных шайб 3 и сдвинуть вверх механизм изменения производительности, что увеличивает количество жидкости, подаваемой насосом. Подбором пружинных шайб можно так отрегулировать механизм изменения производительности насоса, чтобы утечки, возникающие в гидросистеме при повышении давления (в результате увеличения усилия R), автоматически компенсировались увеличением производительности насоса.

Однако эта гидросистема не может обеспечить строгого постоянства скорости перемещения поршня, так как при работе масло нагревается, вязкость его уменьшается и утечки увеличиваются. Поэтому скорость поршня, отрегулированного на холодном масле, будет снижаться до тех пор, пока не установится постоянная температура масла. Система работает с постоянным противодавлением в 7 ат, что достигается постановкой клапана 5 на спускном трубопроводе, клапан 6 является предохранительным. Масло в рабочий насос подается от вспомогательного, обычно шестереночного насоса.

На фрезерных и сверлильно-расточных станках применяется также гидросистема с регулируемым насосом, работающим с постоянным рабочим давлением, которое обеспечивается постановкой на трубопроводе, отводящем масло из штоковой полости цилиндра, напорного золотника. Напорный золотник регулируется на определенное давление.

В тех случаях, когда не требуется тонкого регулирования скорости хода поршня, устанавливают на параллельную работу несколько насосов постоянной производительности. Насосы могут включаться по отдельности и в любой комбинации. Такая система регулирования применяется, например, у протяжных станков. Мощные протяжные станки могут иметь до пяти насосов.

7. ОБЪЕМНЫЙ К. П. Д. НАСОСОВ

Качество конструкции и изготовления насосов, а также качество их ремонта характеризуется объемным к. п. д.

Под **объемным к. п. д.** понимается отношение количества подаваемой насосом жидкости под давлением к количеству подаваемой им жидкости без давления, при одинаковых прочих условиях.

Объемный к. п. д. обычно указывается при рабочем давлении насоса на масле веретенное 3 или турбинное Л при температуре масла 50°.

Температура масла имеет большое значение, так как насос может хорошо работать на холодном масле и плохо на горячем, что объясняется различной величиной утечек, зависящих от вязкости.

масла. При работе же станков, особенно в летнее время, температура масла в системе может достигать до 50°.

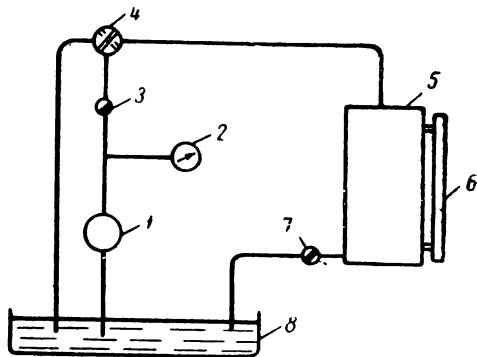
На фиг. 172 изображена схема включения насоса для замера его объемного к. п. д.

Насос 1 устанавливается над масляным баком 8, откуда он засасывает масло и подает его через дроссель 3 к переключающему крану 4. Переключающий кран направляет масло в мерный бак 5 или обратно в резервуар для масла. Измерение производится следующим образом.

Дросселем создается необходимое давление, величина которого контролируется манометром 2, затем переводят переключающий кран 4 в положение подачи масла в мерный бак, одновременно пускается в ход секундомер.

По истечении определенного промежутка времени (по секундомеру) переключающий кран переводится в прежнее положение, а количество масла, поданного в мерный бак, замеряется по мерному стеклу 6.

Такое же измерение производится без давления, которое снимается открытием дросселя. Для спуска масла из мерного бака служит кран 7. Без проверки объемного к. п. д. нельзя проверить качество ремонта насоса.



Фиг. 172. Схема включения насоса для измерения объемного к. п. д.

8. ТРУБОПРОВОДЫ

По данным ЭНИМС, внутренний диаметр трубопровода может быть подсчитан по следующей формуле:

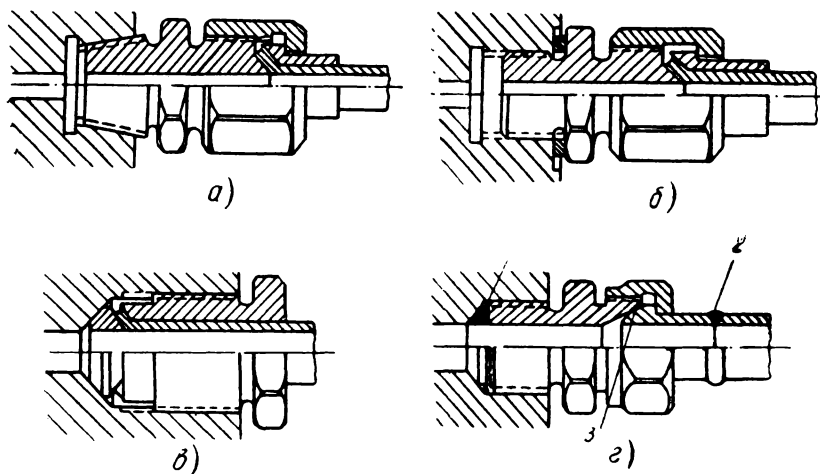
$$d_s = \sqrt{\frac{21,22Q}{v}},$$

где Q — количество жидкости, протекающей по трубопроводу, в л/мин;

v — средняя скорость течения жидкости в трубопроводе в м/сек.

Для обычно применяемых масел скорость можно принимать: для всасывающих трубопроводов около 1 м/сек, для нагнетательных — около 3 м/сек.

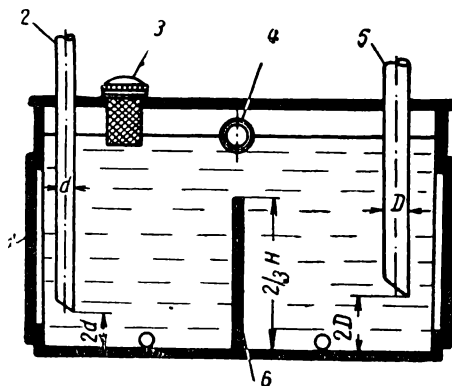
В гидравлических системах применяются медные и бесшовные стальные трубы для давления до 70 ат. Трубы следует применять только в отоженном состоянии.



Фиг. 173. Концевые соединения труб:

а — с накидной гайкой и конической резьбой; б — с накидной гайкой и цилиндрической резьбой, с уплотнением медной прокладкой; в — с цилиндрической резьбой и с уплотнением конической медной прокладкой; г — конструкция соединения для стальных труб.

Для концевых соединений медных труб применяются конструкции приведенные на фиг. 173, а, б и в, а для стальных труб с наружным диаметром до 43 мм — конструкция, показанная на фиг. 173, г. Стальная труба приваривается к ниппелю 2, другой конец ниппеля обрабатывается по сфере 3, которая гайкой прижимается к конической поверхности штуцера. Для давления до 70 ат штуцер крепится в корпусе при помощи обычной трубной резьбы с медной прокладкой 1, для давлений же выше 70 ат рекомендуется коническая трубная резьба.



Фиг. 174. Бак (резервуар) для масла:

1 — люк для очистки; 2 — сливной трубопровод; 3 — фильтр; 4 — указатель масла; 5 — всасывающий трубопровод; 6 — перегородка.

9. БАКИ (РЕЗЕРВУАРЫ) ДЛЯ МАСЛА

Объем бака должен обеспечить работу системы без чрезмерного нагрева масла. Если масло нагревается выше 40—50°, объем бака нужно увеличить. Бак (фиг. 174) должен быть герметически закрыт, чтобы никакая грязь и сор не могли попадать в масло. Заливка масла должна производиться через проволочный фильтр.

Сливной трубопровод 2 от всасывающего 5 должен быть

отделен перегородкой b высотой $\frac{2}{3}$ высоты уровня масла. Перегородка будет способствовать очищению масла от частиц грязи и пузырьков воздуха. Сливной трубопровод не должен обнажаться из масла, так как сливающееся масло будет захватывать частицы воздуха и загонять его в циркулирующее масло, чем будет расстроена работа системы. Очень низко опускать концы трубопроводов тоже нельзя, так как в этом случае осевшая грязь будет заноситься во всасывающий трубопровод. Концы трубопроводов рекомендуется устанавливать на расстоянии двух диаметров трубопровода от дна бака.

10. МАСЛА ДЛЯ ГИДРОПРИВОДОВ

Вязкость масла имеет большое значение для работы гидросистемы. С увеличением вязкости уменьшаются утечки, но ухудшаются условия всасывания. Масло легко эмульгируется с воздухом, насос начинает работать с шумом, давление в системе колеблется. Масло быстрее нагревается и становится пенистым.

Наиболее подходящими маслами для гидросистем являются — веретенное $З$ и турбинное $Л$.

В случае отсутствия подходящего масла можно составить смесь из двух сортов, но так чтобы вязкость смеси получилась той, на которой хорошо работает гидросистема.

Ни в коем случае не следует применять выщелоченные сорта масел, так как они отлагают на стенках каналов смолистые вещества, что может служить причиной выхода из строя всей гидросистемы.

Загрязнение масла в гидросистеме является частой причиной неполадок в ее работе. Поэтому нужно тщательно следить за чистотой масла в системе и не допускать попадания грязи в масло.

Для очистки масла в системе применяются фильтры различных конструкций (сетчатые, матерчатые, бумажные, пластинчатые и др.). Хорошо зарекомендовали себя в работе пластинчатые фильтры завода Гидропривод. Эти фильтры изготавливаются с пропускной способностью от 7 до 90 л/мин при давлении до 65 ат.

Фильтры обычно ставятся на нагнетательном или сливном трубопроводах. При постановке фильтра на всасывающем трубопроводе нужно брать фильтры большей пропускной способности, чем требует гидросистема, так как фильтр обладает значительным сопротивлением и затрудняет всасывание. Необходимо также обеспечить автоматическую и частую очистку пластин от грязи. Очистка пластин осуществляется поворотом рычага со скребками.

Один раз в три месяца масло в гидросистеме надо спускать и тщательно фильтровать. Фильтры также следует промывать керосином, пропуская его под давлением в обратном рабочему направлении и спуская грязь в нижнее отверстие стакана.

11. НЕИСПРАВНОСТИ ГИДРОСИСТЕМЫ, ПРИЧИНЫ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

1. Толчки и дрожание, сопровождающиеся колебаниями давления в системе. Обычная причина неполадок — наличие воздуха в системе.

Воздух может постепенно накапливаться в системе при неправильном монтаже и присоединении трубопроводов, а также засасываться насосом при неисправной всасывающей линии. При неправильном монтаже сливной трубы или при большом понижении уровня масла в резервуаре, когда конец сливной трубы обнажится, масло может обогащаться пузырьками воздуха. Масло в этом случае будет пениться, а стрелка манометра будет непрерывно колебаться. Насос будет работать с шумом.

Для удаления воздуха из системы нужно некоторое время поработать на холостом ходу при наибольшем ходе поршня. Если это не устраняет дефектов, необходимо проверить все узлы гидросистемы и устранить все замеченные неисправности.

2. Неравномерная подача масла насосом. Причина может заключаться в том, что вышел из строя один или несколько поршней или лопаток насоса. Этот дефект обычно сопровождается резким стуком в насосе. Необходимо насос разобрать и устранить дефект.

3. Резкие стуки и дрожание механизма при реверсировании. Причина — неправильно отрегулировано торможение.

4. Недостаточное давление в системе или полное его отсутствие. Возможные причины: наличие воздуха в системе, заедание или поломка обратного, предохранительного или переливного клапанов в системе. Необходима разборка и устранение указанных дефектов.

5. Понижение производительности насоса. Причина — повышение утечки вследствие неправильной сборки или большого износа. Необходимо проверить насос и, если потребуется, произвести ремонт.

6. Тугое переключение золотников гидросистемы. Причины — попадание посторонних частиц и заедания, а также засорение разгружающих каналов. Необходима разборка и проверка всех туго движущихся золотников.

Безупречная работа гидросистемы возможна только при тщательном соблюдении чистоты. Масло должно применяться только хорошо профильтрованное, все детали гидросистемы, в том числе и трубопроводы, должны перед постановкой тщательно промываться, продуваться и обтираться. При обтирке нельзя пользоваться концами, так как от них на деталях остаются волокна, которые могут засорить систему. Нужно тщательно следить, чтобы все уплотняющие устройства были на месте и исправны.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие типы насосов применяются в гидросистемах станков?
2. Как устраняется одностороннее давление в шестеренных насосах высокого давления?
3. Как регулируется производительность поршневого насоса?
4. Для какой цели ставятся в гидросистемах обратные и предохранительные клапаны?
5. Почему шариковые клапаны не применяются при работе на высоких давлениях?
6. Зачем ставятся в клапанах демпферы?
7. Какую роль выполняют редукционные клапаны и реле давления в гидросистемах?
8. Для чего в гидросистемах применяются дроссели, золотники и поворотные краны?
9. Расскажите о причинах неисправности гидросистемы.

Использованная литература

1. ЭНИМС, Гидравлическое оборудование станков, Руководящие материалы, Машгиз, 1954.
2. И. З. Зайченко, Гидравлическое оборудование современных металло-режущих станков, Машгиз, 1945.
3. Б. С. Балакшин, Технология станкостроения, Машгиз, 1949.



ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .	3
Глава I. Чертежное хозяйство	5
1. Значение чертежного хозяйства	5
2. Организация чертежного хозяйства	5
Контрольные вопросы	10
Глава II. Чистота обрабатываемой поверхности, допуски и посадки	11
1. Понятие о чистоте поверхности	11
2. Классы чистоты поверхности	13
3. Основные понятия о допусках и посадках	19
4. Классы точности и посадки в станкостроении	22
Контрольные вопросы	25
Глава III. Контрольно-измерительные инструменты и их применение	26
1. Классификация инструментов	26
2. Инструменты для линейных измерений	26
3. Инструменты для проверки углов и плоскостей	31
Контрольные вопросы	44
Глава IV. Основные расчетные характеристики станков	45
1. Ряды чисел оборотов коробок скоростей и механизмов подач	45
2. Мощность	48
3. Расчет коэффициента полезного действия станка	51
4. Крутящий момент	51
Контрольные вопросы	54
Глава V. Основные материалы, применяемые в станкостроении	55
1. Общие сведения	55
2. Чугуны	55
3. Стали	59
4. Цветные сплавы	67
Контрольные вопросы	71
Глава VI. Методы упрочнения металлов и поверхностного слоя деталей .	72
1. Общие сведения о термообработке	72
2. Термическая обработка стали	76
3. Цементация стали	79
4. Азотирование стали	81
5. Цианирование стали	82
6. Поверхностная закалка токами высокой частоты	82
7. Поверхностная закалка с нагревом при помощи кислородно-ацетиленового пламени	85
Контрольные вопросы	87
Глава VII. Подготовка ремонта станка	88
1. Подготовительные работы	88
2. Дефектные ведомости	88
3. Организация разборки станка	90
4. Разборка станка	92

5. Технические условия на изготовление и сборку основных деталей станков	100
Контрольные вопросы	108
Глава VIII. Сборка и технический контроль станка	109
1. Установка станины	109
2. График ремонта станка .	109
3. Технические условия на сборку станков	110
4. Технический контроль станка	112
5. Нормы точности станков, вышедших из ремонта	112
6. Проверка станков на точность	118
7. Испытание станка в работе на мощность	118
8. Внешняя отделка станка	119
9. Сдача станка в эксплуатацию	119
Контрольные вопросы	120
Глава IX. Конструкции основных узлов и деталей токарного станка	121
1. Общие замечания	121
2. Станины токарных и револьверных станков и их направляющие	121
3. Супорты токарных станков	126
4. Фартуки супортов	128
5. Падающие червяки .	134
6. Резцедержатели	136
7. Шпиндели и их подшипники	139
8. Задние бабки	143
9. Ступенчатые шкивы	147
Контрольные вопросы	148
Глава X. Технология ремонта токарного станка	149
1. Проверка станка перед ремонтом	149
2. Выбор основной базы для шабровки направляющих	155
3. Способы ремонта направляющих	155
4. Шабровка мостика задней бабки	156
5. Ремонт станины	157
6. Ремонт супорта	167
7. Ремонт гайки ходового винта	173
8. Ходовой винт	173
9. Ремонт шпинделей и их подшипников	174
10. Ремонт задней бабки	179
11. Ремонт ступенчато-шкивной передачи	182
Контрольные вопросы	182
Глава XI. Супорты револьверных станков	184
1. Типы супортов	184
2. Конструкция револьверной головки с горизонтальной осью	184
3. Особенности ремонта револьверной головки с горизонтальной осью	186
4. Конструкция револьверной головки с вертикальной осью	188
5. Особенности ремонта револьверной головки с вертикальной осью	190
Контрольные вопросы	190
Глава XII. Конструкции основных узлов и деталей продольно-строгального станка	191
1. Особенности процесса строгания и характеристика продольно-строгальных станков	191
2. Станины и столы продольно-строгальных станков.	194
3. Направляющие станины и стола	195
4. Стол и его привод	198
5. Траверсы и стойки	198
6. Супорты	199
7. Механизм движения подачи и ускоренных перемещений	201
8. Электромагнитная муфта	209

9. Причины износа и аварий станка	212
Контрольные вопросы .	213
Глава XIII. Технология ремонта продольно-строгального станка	214
1. Основные проверки станка перед ремонтом	214
2. График состояния направляющих станины	216
3. Ремонт станины	221
5. Ремонт стоек и траверсы	225
6. Ремонт супортов	243
7. Проверочное строгание стола	235
Контрольные вопросы	235
Глава XIV. Ремонт фрезерного станка	237
1. Проверки перед разборкой станка	237
2. Ремонт станины	237
3. Ремонт стола	243
4. Конструкции шпинделей фрезерных станков	246
5. Ремонт шпиндельной головки	250
Контрольные вопросы	251
Глава XV. Ремонт расточных станков	252
1. Общие сведения .	252
2. Организация рабочего места и ремонта	252
3. Проверка станка перед ремонтом	253
4. Разборка станка	253
5. Шабровка направляющих станины	255
6. Шабровка направляющих колонны	258
7. Шабровка направляющих шпиндельной бабки	260
8. Ремонт шпинделей крупных расточных станков	260
9. Ремонт гильзы шпинделя	263
10. Шабровка боковых поверхностей направляющих и клина корпуса шпиндельной бабки	264
Контрольные вопросы	266
Глава XVI. Ремонт карусельных станков	267
1. Общие сведения	267
2. Ремонт изношенных направляющих скольжения	268
Контрольные вопросы	271
Глава XVII. Ремонт и эксплуатация гидравлических систем станков	272
1. Общие сведения .	272
2. Шестереночные насосы .	273
3. Лопастные насосы двойного действия	277
4. Поршневые насосы	279
5. Распределительные и регулирующие устройства	282
6. Особенности регулирования гидравлических систем станка	294
7. Объемный к. п. д. насосов	295
8. Трубопроводы .	298
9. Баки (резервуары) для масла	298
10. Масла для гидроприводов .	299
11. Неисправности гидросистемы, причины и способы их устранения	300
Контрольные вопросы	301
Использованная литература	301

Технический редактор *Н. А. Дугина*

Корректор *Б. С. Спивак*.

НС61236. Сдано в производство 9/VIII-1954 г. Подписано к печати 24/XI-1954 г. Печ. л. 19,0. Уч.-изд. л. 19,2. Бум. л. 9,5. Формат 60×92¹/₁₆. Тираж 22 000 экз. (второй завод 5001—22 000).

Индекс 2—3. Заказ № 1960.