

В.А. КОСОВСКИЙ
З.А. КРУПЕНИН
Н.В. ВЫРОДОВ

ТОКАРНЫЕ ПАТРОНЫ

МАШГИЗ

В. Л. КОСОВСКИЙ, З. А. КРУПЕНИН,
Н. В. ВЫРОДОВ

ТОКАРНЫЕ ПАТРОНЫ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Москва 1957

В книге излагаются вопросы, связанные с конструированием, изготовлением и эксплуатацией токарных патронов. Приведены обоснования и расчеты по выбору режимов резания при работе с патронами. Даны описания некоторых приводов к патронам.

Книга рассчитана на инженерно-технических работников машиностроительных заводов.

Рецензент **А. Я. Черняк**

Редактор **И. Ю. Милославский**

*Редакция литературы по автомобильному, тракторному
и сельскохозяйственному машиностроению
Зав. редакцией инж. И. М. БАУМАН*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вопросы, связанные с конструированием, изготовлением и ремонтом токарных патронов и приводов к ним до настоящего времени освещались недостаточно.

В данной книге сделана попытка обобщить многолетний опыт создания и эксплуатации в основном трехкулачковых патронов.

В настоящей книге освещены вопросы конструирования, изготовления и эксплуатации токарных патронов. Приведено описание конструкций токарных патронов и приводов к ним. Даны рекомендации по выбору патронов и приводов в зависимости от режимов обработки и формы обрабатываемых деталей. Рассмотрены вопросы испытания патронов. На основе материалов завода «Приспособлений» указаны методы изготовления и ремонта трехкулачковых спирально-реечных самоцентрирующихся патронов, получивших наибольшее распространение в металлообрабатывающей промышленности. Приведен типовой технологический процесс их изготовления.

Раздел «Токарные патроны с ручным зажимом» написан Н. В. Выродовым, остальные разделы написаны В. Л. Косовским и З. А. Крупениным.

ТОКАРНЫЕ ПАТРОНЫ С РУЧНЫМ ЗАЖИМОМ

При обработке деталей на станках в основном применяют токарные патроны с ручным зажимом. Особенностью этих патронов является самоторможение в его механизме. Самоторможение создается винтовой парой, червячной передачей, реечной передачей, эксцентриковой парой и спирально-реечной парой. Патроны с ручным зажимом бывают двух-, трех- и четырехкулачковые.

ДВУХКУЛАЧКОВЫЕ ПАТРОНЫ

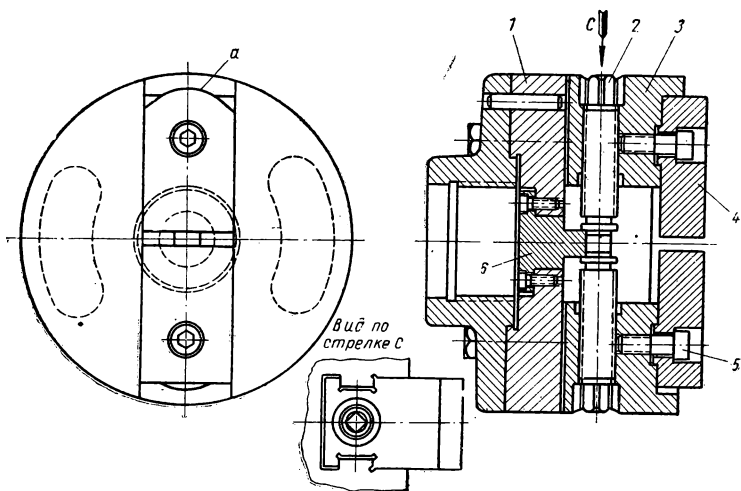
Двухкулачковые патроны применяют для зажима малогабаритных деталей, имеющих сложную форму (арматура, фасонное литье, штамповки, поковки и т. п.).

В корпусе 1 двухкулачкового патрона (фиг. 1) винт 2, имеющий левую и правую резьбу, перемещает кулачки 3. Винт 2 укреплен в подшипнике 6, который препятствует перемещению винта в осевом направлении. К кулачкам 3 винтами 5 прикреплены сменные губки 4. Одна губка может самоустанавливаться вследствие того, что она вращается вокруг оси и опирается на радиусную выточку *a* в основном кулачке. Форму губок выбирают в соответствии с формой зажимаемой поверхности обрабатываемого изделия.

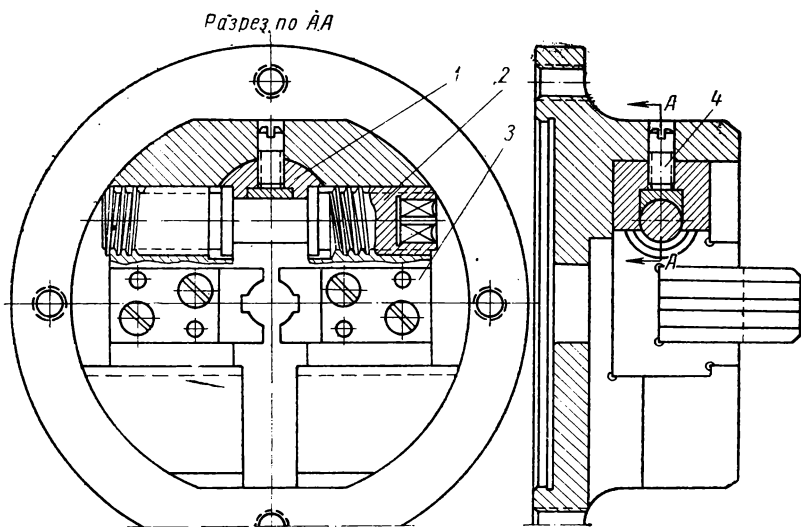
Применяя патрон (фиг. 2), можно пропустить заготовку через отверстие шпинделя станка. В этом патроне регулирующий винт 2 расположен сбоку кулачков 3. Боковое расположение винта вызывает односторонний отжим кулачков, что приводит к износу направляющих и снижению надежности центрирования, вследствие чего необходима тщательная пригонка кулачков к направляющим корпуса. При этом износ резьбы винта получается большим, чем в патронах с центрально расположенным винтом. Винт 2 установлен в подшипник 1, который можно отрегулировать винтом 4.

ТРЕХКУЛАЧКОВЫЕ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ САМОЦЕНТРИРУЮЩИЕСЯ ПАТРОНЫ

Трехкулачковые патроны применяют для зажима деталей цилиндрической формы или используя специальные кулачки для зажима деталей различной формы. Эти патроны получили широкое распространение, так как установка детали в патроне занимает мало вре-



Фиг. 1. Двухкулачковый патрон с центральным винтом.



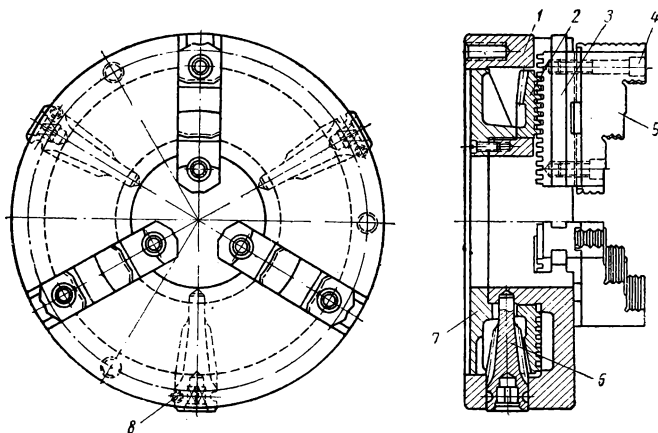
Фиг. 2. Двухкулачковый патрон с боковым винтом.

мени, а выверка ее почти полностью устраняется. Наибольшее распространение получили:

- 1) спирально-реечные патроны с конической передачей;
- 2) спирально-поводковые патроны;
- 3) шестеренно-винтовые патроны;
- 4) шестеренно-реечные патроны.

Спирально-реечные патроны с конической передачей

Конструкция патрона, показанная на фиг. 3, является наиболее распространенной. В корпусе 1 установлен спиральный диск 2, с которым находятся в зацеплении рейки 3. При вращении диска рейки перемещаются в Т-образных пазах корпуса. Диск приводится во вращение с помощью одной из конических шестерен 6, расположен-



Фиг. 3. Трехкулачковый спирально-реечный патрон с конической передачей.

ных в радиальных отверстиях корпуса и закрепленных в нем шпильками 8. Крышка 7 ограничивает возможное перемещение спирального диска в осевом направлении; крышка установлена в корпус так, что зазор между торцом спирального диска и крышкой выдержан в пределах 0,02 — 0,05 мм. Одновременно с этим крышка служит для предохранения патрона от попадания грязи. В крестообразном пазу рейки винтами 4 крепят зажимные кулачки 5, которые можно использовать как прямые или как обратные.

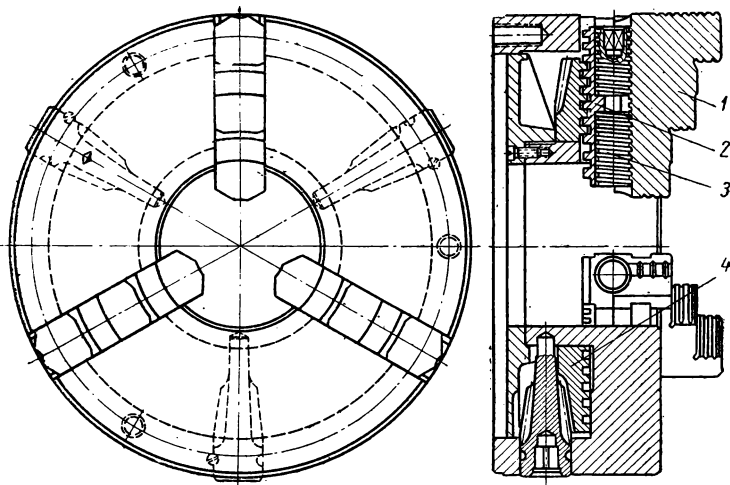
Патроны с цельными кулачками имеют два комплекта кулачков: прямые и обратные.

Преимуществом этих патронов является простота конструкции, большой ход кулачков, достаточное усилие зажима и малое число размеров, влияющих на точность центрирования зажимаемой детали (точность зависит в основном от центрирования спирального диска в корпусе и точности изготовления спирали).

Патрон имеет сравнительно высокий к. п. д. вследствие небольшого числа мест трения, в которых передается сила зажима; такими

местами, кроме места трения кулачков о направляющие корпуса, являются места контакта зубьев реек со спиралью диска.

Сила зажима воспринимается спиральным диском и не передается к месту его посадки в корпусе, где действует только сила, прикладываемая рабочим к ключу. К недостаткам этих патронов следует отнести наличие линейного контакта между зубьями реек и спиралью диска, что приводит к высокому удельному давлению в



Фиг. 4. Комбинированный трехкулачковый спирально-реечный патрон с конической передачей.

местах контакта, а следовательно, к уменьшению срока службы и потере точности патрона.

В спирально-реечном патроне с конической передачей крутящий момент, прилагаемый рабочим к ключу при зажиме детали, не передается на шпиндель станка, поэтому можно зажимать обрабатываемую деталь, не затормаживая шпиндель. Основные размеры этих патронов стандартизированы ГОСТ 2675-47.

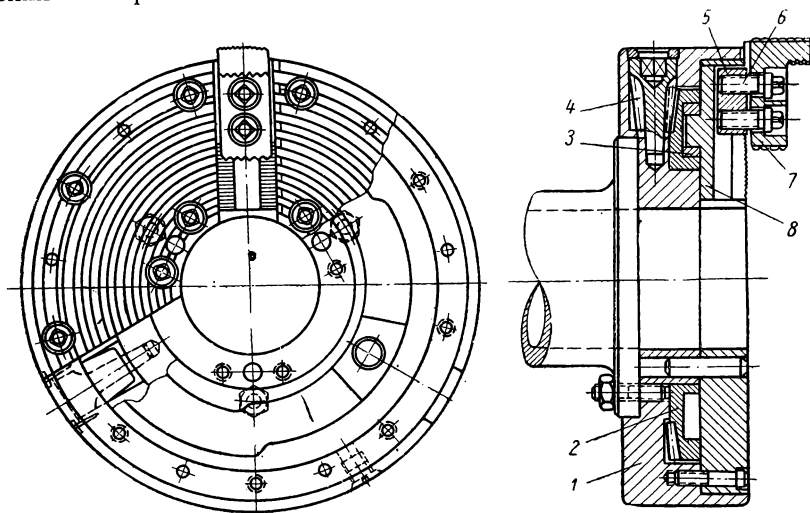
Для зажима деталей не цилиндрической формы или деталей сложной формы применяют комбинированные трехкулачковые патроны (фиг. 4). В этих патронах винтом 3 перемещают кулачок 1 относительно рейки 2. Рейки перемещают, как у обычного патрона, спиральным диском 4.

Спирально-поводковые патроны

В корпусе 1 патрона (фиг. 5) установлен центральный диск 2, имеющий три эксцентриковых паза, в которых при вращении диска перемещаются сухари 3. В сухари входят цилиндрические штыри основных кулачков 8, в Т-образных пазах которых можно переставлять зажимные кулачки 7. Зажимные кулачки устанавливают

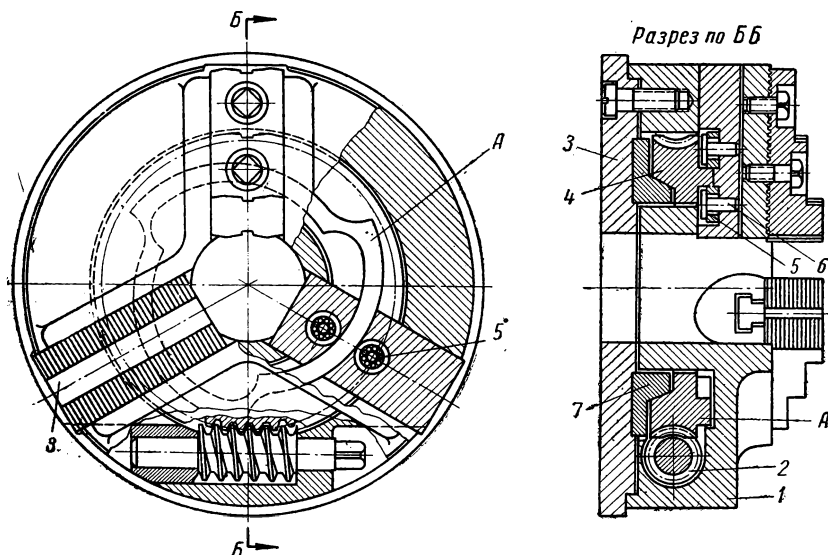
относительно основных при помощи рифлений и закрепляют сухарями 5 и винтами 6.

Центральный диск приводится во вращение одной из трех конических шестерен 4.



Фиг. 5. Трехручковый спирально-поводковый патрон с конической передачей.

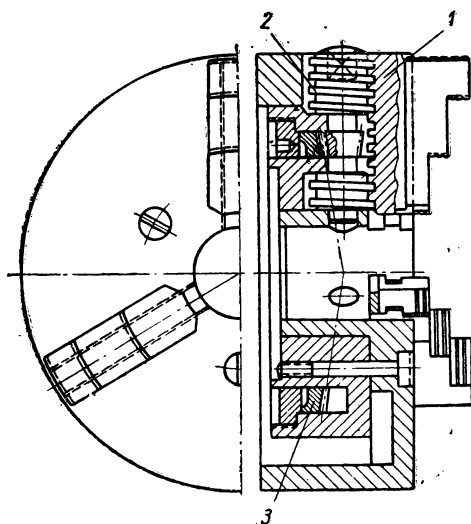
Спирально-поводковый патрон (фиг. 6) имеет червячную передачу. В корпусе 1 установлена крышка 3, на коническом кольце 7



Фиг. 6. Трехручковый спирально-поводковый патрон с червячной передачей.

которой плотно насажено червячное колесо 4, имеющее на торце три эксцентриковых выступа А.

По выступам катятся ролики 5, которые установлены на осях 6 основного кулачка 8. Крепление зажимного кулачка такое же, как и в патроне, показанном на фиг. 5. Червяк 2 вращает червячное колесо, при этом кулачки в пазах корпуса перемещаются в радиальном направлении. Применяя червячную передачу для привода диска, можно получить сильный зажим детали, но одновременно с этим увеличивается время зажима, так как имеется только одно



Фиг. 7. Трехкулачковый шестеренно-винтовой патрон.

место для присоединения ключа вместо трех, как у патрона с конической передачей. Поэтому после остановки шпинделя станка рабочий должен устанавливать патрон в положение, при котором можно присоединить ключ, на что требуется дополнительное время.

Преимуществом спирально-поводковых патронов является наличие поверхностного контакта в центрирующем механизме, так как эксцентриковые пазы или выступы дисков выполнены в виде дуг окружности и, следовательно, имеют по всей длине постоянный радиус кривизны.

Недостатком данных патронов является малый ход основных кулачков, поэтому переналадка этих патронов на зажимаемую деталь, значительно отличающуюся по диаметру от предыдущей, занимает много времени. Эти патроны используют при серийном производстве.

Недостатком данных патронов является малый ход основных кулачков, поэтому переналадка этих патронов на зажимаемую деталь, значительно отличающуюся по диаметру от предыдущей, занимает много времени.

Эти патроны используют при серийном производстве.

Шестеренно-винтовые патроны

Торцевая поверхность кулачков 1 выполнена в патронах (фиг. 7) в виде полугайки с трапециoidalной или прямоугольной резьбой. При вращении винта 2 ключом кулачок перемещается в радиальном направлении. На винте 2 нарезана коническая зубчатая шестерня, входящая в зацепление с коническим зубчатым диском 3. При вращении одного из винтов все три кулачка одновременно перемещаются.

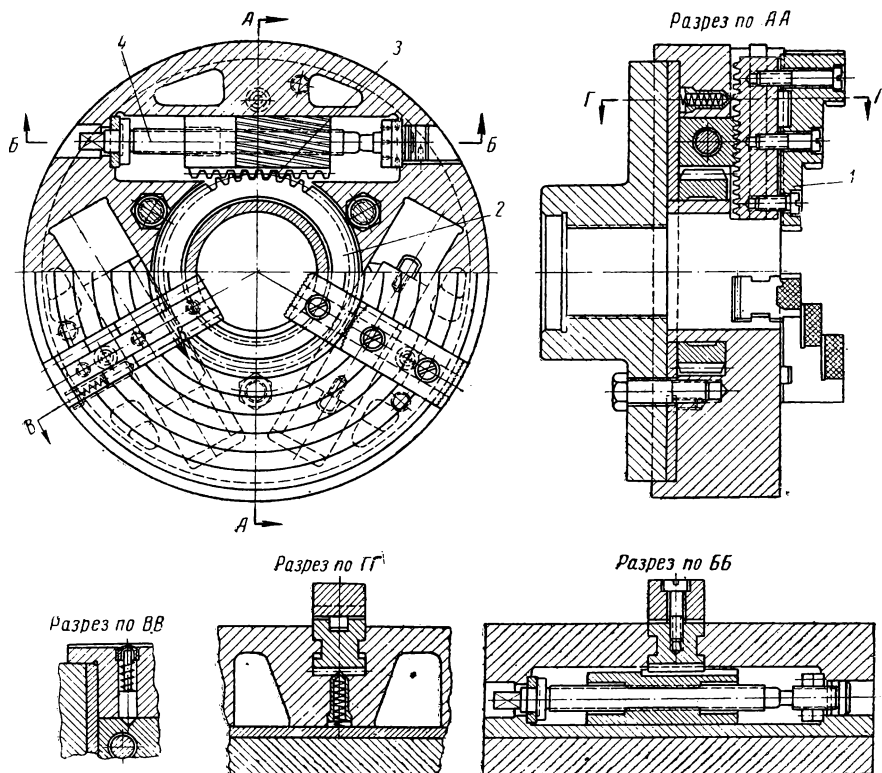
Преимущества этого патрона является наличие поверхностного контакта между приводными винтами и резьбой кулачков. К недостаткам относятся повышенные потери на трение в приводных винтах и высокие требования к изготовлению винтовой пары

и конической передачи; кроме того, кулачки работают не в одинаковых условиях, так как приводятся в движение не от центрального звена.

Существуют конструкции шестеренно-винтовых патронов, в которых введены дополнительные конические или червячные передачи, приводящие в движение центральную шестерню.

Шестеренно-реечные патроны

В патроне, показанном на фиг. 8, кулачки перемещают с помощью шестеренно-реечной передачи.

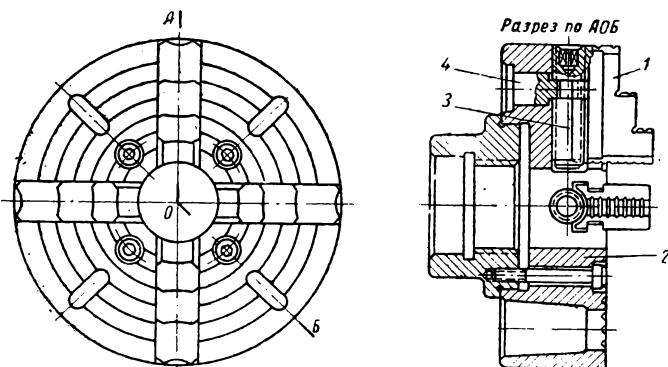


Фиг. 8. Трехкулачковый шестеренно-реечный патрон.

Шестерня 2 является связующим звеном между кулачками 1; рейки 3 — передаточными звеньями между ведущим винтом 4, связанным с одной из реек, и кулачками.

При вращении винта 4, который не может передвигаться в осевом направлении, перемещается рейка 3, вращая шестерню 2. На рейках 3 в плоскости, перпендикулярной к оси патрона, нарезаны прямолинейные зубья трапециoidalного сечения, сцепляющиеся с зубьями кулачка. При перемещении рейки в продольном направлении кулачок перемещается в радиальных пазах корпуса.

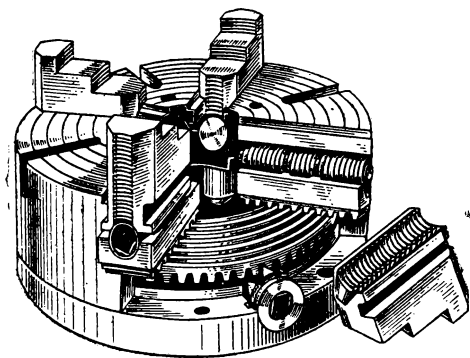
Преимуществом подобных патронов является наличие поверхностного контакта между рейками и кулачками; кроме того, патрон обеспечивает большую силу зажима и длительное время сохраняет точность вследствие износостойкости закаленных и шлифованных трущихся поверхностей.



Фиг. 9. Четырехкулачковый патрон с независимым перемещением кулачков.

Недостатками патрона является малый ход кулачков, пониженный к. п. д. и наличие одного места присоединения ключа, что вызывает дополнительные потери вспомогательного времени при установке или снятии детали.

Диапазон зажима этих патронов можно увеличить, используя переставные зажимные кулачки или заменяя накладные кулачки. Шестеренно-реечные патроны применяют при серийном и крупносерийном производствах.



Фиг. 10. Четырехкулачковый комбинированный патрон.

ЧЕТЫРЕХКУЛАЧКОВЫЕ ПАТРОНЫ

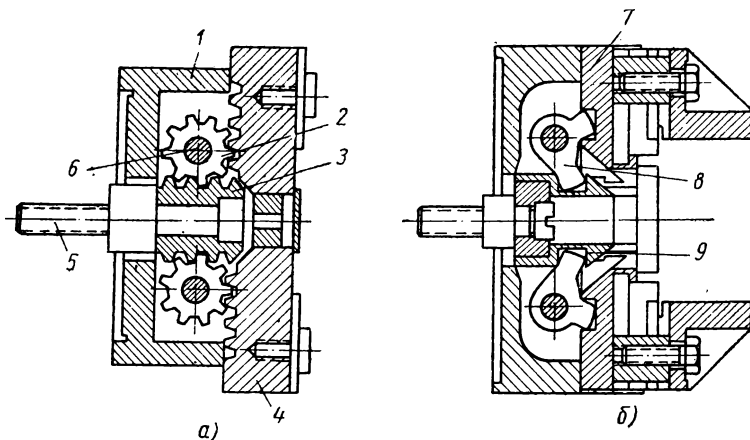
Четырехкулачковый патрон с независимым перемещением кулачков (фиг. 9) применяется для зажима деталей сложной формы; деталей, для которых требуется высокая точность выверки оси; тяжелых де-

талей, для которых зажим в двух- и трехкулачковых патронах является недостаточным. Каждый из кулачков 1 может перемещаться в радиальных пазах корпуса 2 самостоятельно с помощью установочных винтов 3, размещенных в пазах корпуса. Винты 3 имеют только вращательное движение, их продольному перемещению препятствуют сухари 4, запрессованные в корпусе. При применении этих патронов требуется много времени на установку и закрепление детали.

Размеры патронов стандартизированы ГОСТ 3890-47. Существуют также конструкции комбинированных патронов (фиг. 10), в которых, кроме независимого перемещения кулачков, возможно самоцентрирование. Конструкция механизма самоцентрирования аналогична конструкции механизма спирально-реечного трехкулачкового патрона с конической передачей.

ПРИВОДНЫЕ ТОКАРНЫЕ ПАТРОНЫ

Для сокращения вспомогательного времени, затрачиваемого на зажим детали, облегчения физического труда рабочего и стабилизации силы зажима применяются приводные токарные патроны.



Фиг. 11. Двухкулачковые патроны:

а — шестеренно-реечный патрон; *б* — рычажный патрон.

Патрон через переходной фланец укрепляют на переднем конце шпинделя и тягой, проходящей через отверстие шпинделя, присоединяют к силовому устройству, которое установлено на заднем конце шпинделя.

Возвратно-поступательное движение тяги, необходимое для радиального перемещения кулачков этих патронов, создает пневматический, гидравлический или электромеханический привод.

ДУХКУЛАЧКОВЫЕ ПАТРОНЫ

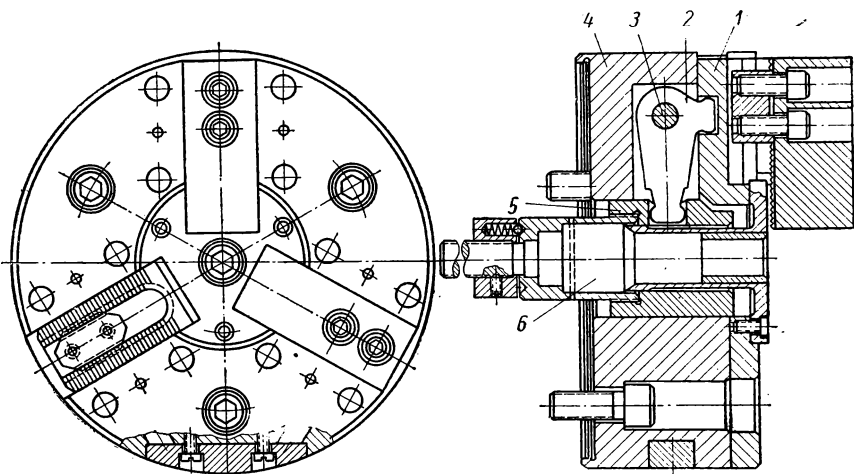
Двухкулачковые приводные патроны применяют в тех же случаях, что и двухкулачковые патроны с ручным зажимом.

В корпусе 1 шестеренно-реечного патрона (фиг. 11, *а*) на осях 6 установлены две цилиндрические шестерни 2, находящиеся в зацеплении с круглой рейкой 3, которая винтом 5 соединяется с тягой привода. При перемещении тяги рейка вращает шестерни, которые передвигают в радиальном направлении основные кулачки 4. К ос-

новым кулачком прикреплены зажимные кулачки требуемой формы. В патроне (фиг. 11,б) основные кулачки 7 передвигаются рычагами 8 при линейном перемещении втулки 9.

ТРЕХКУЛАЧКОВЫЕ ПАТРОНЫ

Механизм зажима трехкулачкового самоцентрирующего рычажного патрона (фиг. 12) состоит из центральной втулки 5, рычага 2, сидящего на оси 3 в корпусе патрона 4, и основного кулачка 1, установленного в Т-образных пазах корпуса. Для увеличения силы, передаваемой от привода, соотношение плеч рычага выбирают не менее,



Фиг. 12. Трехкулачковый рычажный патрон.

чем 3:1. Движение от привода передается тягой, связанной с винтом 6.

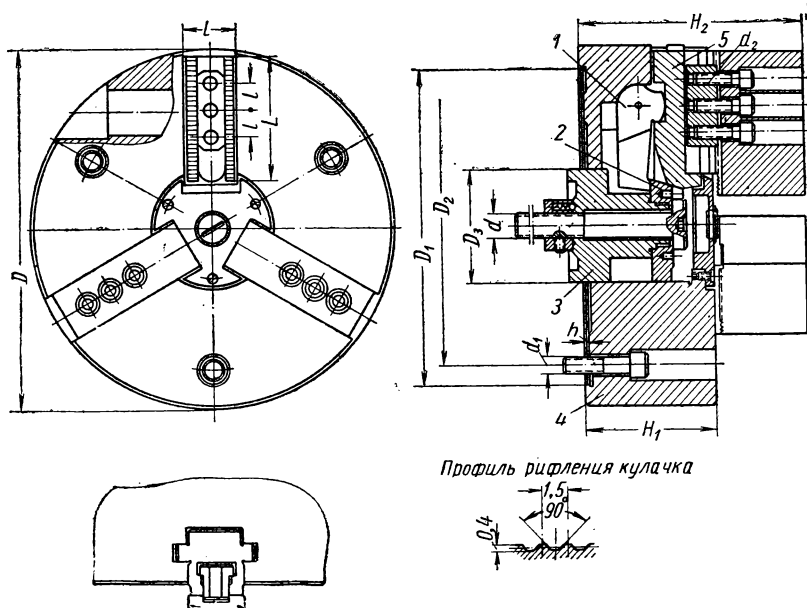
Клино-рычажной патрон (фиг. 13) отличается от рычажного патрона тем, что деталь зажимается при помощи рычага 1. Освобождают деталь при помощи гайки 2, которая укреплена на конце втулки 3. Гайка 2 имеет три скоса под углом 15° , которые образуют клиновые пары со скосами основных кулачков 5.

Таблица 1

Диаметр патрона D в мм	Размеры в мм											Ход тяги l_1	Ход кулачка	Максимальное приводное усилие в кг	
	D_1	D_2	D_3	H_1	H_2	h	d	d_1	d_2	B	L				l
320	270	230	100	115	203	8	M 24	M 20	M 16	50	110	—	28	7	4200
400	350	310	128	145	248	6	M 27	M 20	M 16	60	140	30	35	10	6500

Рычаги 1 имеют шлифованные опорные поверхности, которыми они упираются в полуцилиндрические поверхности А, имеющиеся в корпусе патрона 4. Такая установка рычагов увеличивает жесткость патрона по сравнению с рычажным патроном, в котором рычаги посажены на осях. В табл. 1 приведены основные размеры клино-рычажных патронов.

В трехкулачковом клиновом патроне (фиг. 14) тяга привода соединяется винтом 2 с головкой 1, имеющей три паза под углом 15° , в которые входят выступы основных кулачков 6. Пазы головки и вы-



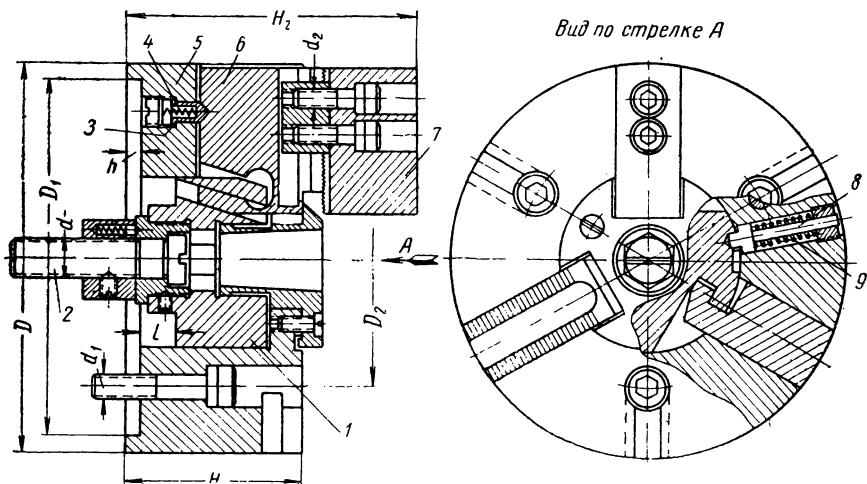
Фиг. 13. Трехкулачковый клино-рычажный патрон.

ступы кулачков образуют клиновые пары. При перемещении тяги с головкой в осевом направлении в радиальных пазах корпуса 5 перемещаются основные кулачки. Угол клина (15°) выбран с таким расчетом, чтобы получить эффективное увеличение тягового усилия на клине при приемлемой длине хода кулачка (5—8 мм) для разных размеров патронов. Увеличение угла клина приводит к уменьшению передаточного отношения, а уменьшение этого угла — к уменьшению хода кулачка.

Передаточное отношение клинового механизма при угле 15° составляет $1 : 3,7$. Так как имеются потери на трение, сила фактически увеличивается только в 2,6 раза.

В этом патроне можно легко заменять основные кулачки, для чего в головке 1 сделано шестигранное отверстие под ключ. При повороте головки против часовой стрелки на угол 15° основные кулачки выходят из зацепления с головкой и могут быть легко вынуты из корпуса патрона.

Головка 1 крепится в корпусе патрона 5 фиксатором 8 с пружиной 9. От выпадания во время замены основные кулачки удерживаются в корпусе фиксаторами 3 с пружинами 4. Эти фиксаторы также облегчают сборку патрона, так как дают возможность устанавливать все три основных кулачка в нужное положение. Основные кулачки заменяют при наладке патрона на новый размер обработки или при



Фиг. 14. Трехкулачковый клиновой патрон.

специальной наладке. Однако такую замену на заводах производят сравнительно редко, так как для этого требуется несколько комплектов основных кулачков, изготовление которых значительно затруднено в технологическом отношении. Поэтому для наладки патрона на новый размер обработки в большинстве случаев переставляют дополнительные кулачки 7 относительно основных кулачков 6.

Таблица 2

Диаметр патрона D в мм	Размеры в мм								Ход кулачка	Винты присоединительные		Максимальное приводное усилие в кг
	D_1	D_2	H_1	H_2	h	d	d_2	l		d_1 в мм	количество	
150	120	104,8	71	132	8	M16	M10	15	4	M10	3	1850
160	130	104,8	80	148	8	M16	M10	16	4,3	M10	3	1850
200	165	133,4	100	168	8	M20	M12	22,5	6	M12	6	3000
250	210	171,5	110	182	8	M20	M16	26	7	M16	6	3000

Особенностью конструкции этого патрона является его жесткость, а также износостойкость, которая достигается контактом рабочих поверхностей (головки и основных кулачков) по плоскостям с равно-

мерно распределенным давлением. Патрон широко применяют при любых условиях работы. В табл. 2 приведены основные размеры клиновых патронов.

Клиновой патрон (фиг. 15) дает возможность пропустить пруток через шпиндель станка.

Основными недостатками всех указанных конструкций патронов являются:

1) малый ход кулачков, вследствие чего без переналадки нельзя зажимать обрабатываемые детали, значительно отличающиеся по диаметрам. Эти патроны можно использовать только при серийном и крупносерийном производствах;

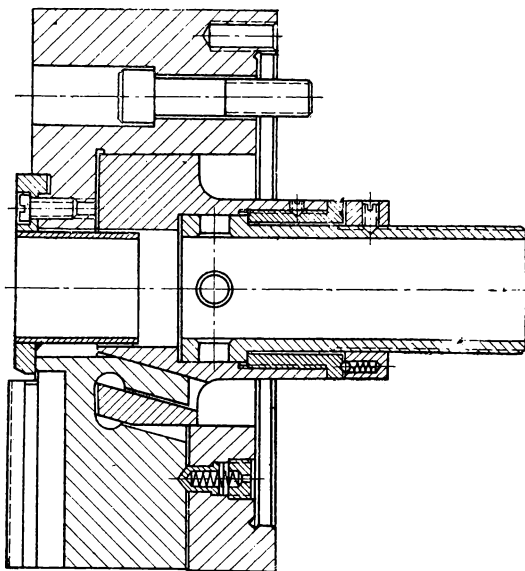
2) у патронов большинства конструкций отсутствуют отверстия для прохода прутка.

При мелкосерийном и особенно при индивидуальном производствах время переналадок существенно влияет на величину штучного времени тем более, что для получения требуемой точности центрирования детали после переналадки дополнительные кулачки приходится протачивать.

Чтобы сократить время переналадки, в последний период начали применять патроны с двумя самостоятельными кинематическими цепями привода кулачков: для переналадки и зажима.

Универсальный рычажный трехкулачковый патрон (фиг. 16) имеет две независимые кинематические цепи: одну для зажима заготовки с помощью привода, а другую — для ручной переналадки кулачков.

Тяга от привода ввернута в гайку 1, которая закреплена в центральной втулке 4 гайкой 2 с шариковым фиксатором 3. При перемещении центральной втулки 4 в осевом направлении рычаг 6 поворачивается на оси 7 в корпусе патрона 8, передвигая при этом своим коротким плечом вкладыш 10 в пазу корпуса в радиальном направлении. Вместе с вкладышем двигается винт 11, установленный в цилиндрических расточках вкладыша, а следовательно, основной кулачок 12, сцепленный с винтом, перемещается в Т-образных радиальных пазах корпуса. Таким образом осуществляется закрепление

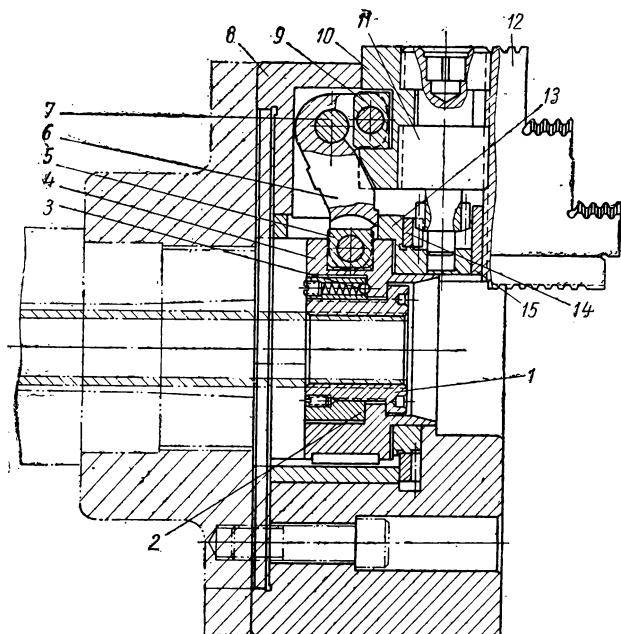


Фиг. 15. Трехкулачковый клиновой патрон, позволяющий обрабатывать прутковый материал.

и освобождение детали. Передаточное отношение плеч рычага 1 : 3. Контакт на рабочих поверхностях создается с помощью сухарей 5 и 9, установленных на осях в рычаге.

Винт 11 центрирован во вкладыше 10 наружной поверхностью и во втулке 13 хвостовиком.

Для переналадки патрона на новый диаметр обрабатываемой детали вращают вручную ключом один из винтов 11, имеющий трапециoidalную резьбу и зубчатый венец. Вращение одного из винтов



Фиг. 16. Трехкулачковый универсальный рычажный патрон.

11 передается двум другим винтам через центральную плоскую шестерню 14, сидящей на втулке 13. При этом приходят в движение все три основных кулачка 12.

При закреплении и освобождении детали с помощью привода зубчатый венец винта 11 перемещается относительно зубьев центральной плоской шестерни.

Для получения постоянного зацепления зубьев применена плоская коническая передача.

Щитки 15 предохраняют зубчатую передачу от попадания грязи и стружки. Основной закаленный кулачок может быть прямым и обратным, поэтому не требуется дополнительный комплект обратных кулачков, как при обычных самоцентрирующихся токарных патронах с цельными кулачками. Кулачки имеют специальную расточку для зажима кольца при расточке рабочих поверхностей кулачка.

В патроне можно обрабатывать прутковый материал диаметром до 40 мм.

Точность самоцентрирования при наладке в основном зависит от точности выполнения винтовой нарезки на винтах и кулачках и также от точности зубчатой передачи; при высоком качестве изготовления деталей точность составляет около 0,03 мм.

ЧЕТЫРЕХКУЛАЧКОВЫЕ ПАТРОНЫ

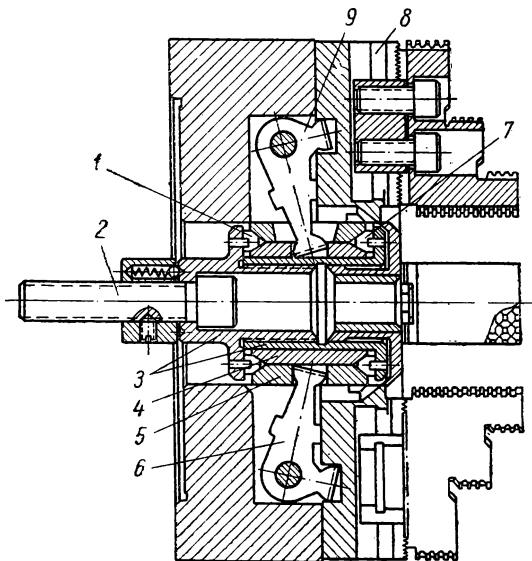
Четырехкулачковый патрон (фиг. 17) конструкции завода имени Орджоникидзе, применяют в тех же случаях, что и четырехкулачковый патрон с независимым перемещением кулачков. В этом патроне деталь зажимают в четырех точках, что достигается последовательным подводом каждой пары кулачков к зажимаемой детали.

При зажиме детали тяга, соединенная с винтом 2, перемещает втулку 3 влево, при этом плавающие секторы 7 передвигают втулки 4 и 5.

Каждая из втулок имеет по две диаметрально противоположные прорези, в которые входят концы рычагов 6 и 9, приводящие в действие основные кулачки 8. Таким образом каждая втулка может поворачивать только одну пару рычагов, действующих на два противоположно расположенных кулачка.

Поочередность зажатия детали каждой парой кулачков достигается плавающими в радиальном направлении относительно втулки 3 секторами 7.

Освобождение детали происходит попарным разжатием кулачков при движении втулки 3 вправо; при этом действуют противоположные секторы 1.



Фиг. 17. Четырехкулачковый рычажный патрон.

ПРИВОДЫ К ТОКАРНЫМ ПАТРОНАМ

Приводы к токарным патронам подразделяют в зависимости от источника энергии на:

- 1) пневматические;
- 2) гидравлические;

- 3) электромеханические;
- 4) механические;
- 5) электромагнитные и магнитные.

Пневматический, гидравлический и некоторые конструкции электромеханических приводов являются универсальными, т. е. могут быть использованы с любым приводным патроном. Эти приводы также могут быть использованы для работы со специальными патронами, цангами и разжимными оправками. Механические, электромагнитные, магнитные и частично электромеханические приводы являются специальными, так как могут быть применены с патронами, предназначенными только для данного привода.

Приводы к токарным патронам являются отдельными конструктивно законченными узлами.

К конструкции приводов предъявляются следующие требования:

- 1) создание необходимой силы зажима детали в патроне и постоянство силы во время всего процесса обработки;
- 2) быстрота действия;
- 3) возможность регулирования величины силы зажима;
- 4) простота конструкции, компактность, небольшие вес и момент инерции вращающихся частей привода;
- 5) легкость и удобство управления приводом;
- 6) безопасность в работе.

ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ

На заводах, имеющих компрессорные станции и пневматическую сеть, широко применяют пневматический привод к токарным патронам, который очень прост по конструкции, обеспечивает достаточную силу зажима и возможность регулирования силы зажима. Пневматический привод характеризуется активным зажимом, т. е. сила зажима поддерживается постоянной в течение всего времени обработки детали вследствие постоянного давления сжатого воздуха в силовом цилиндре ($4-6 \text{ кг/см}^2$).

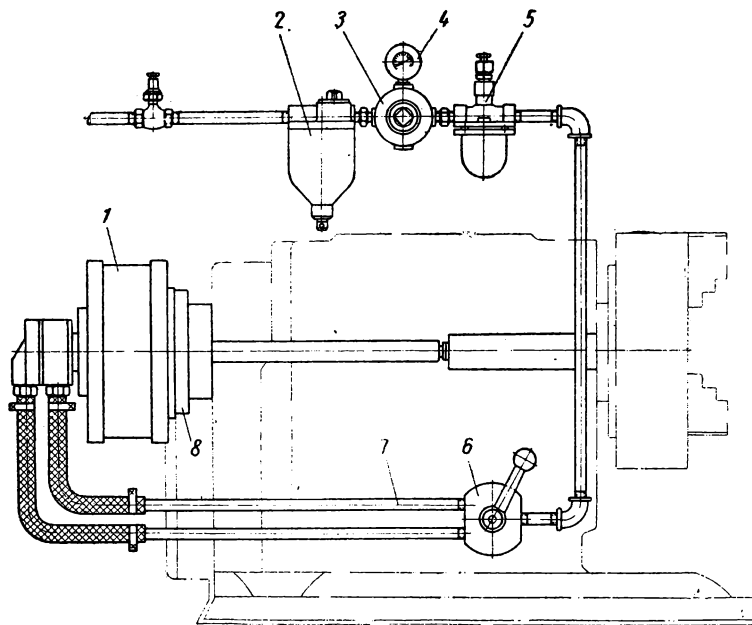
Активный зажим является преимуществом, если давление в сети постоянно, так как в этом случае действие силы резания на систему деталь-патрон не вызывает ослабления зажима.

При резких колебаниях давления в пневматической сети сила зажима на кулачках патрона может настолько уменьшиться, что деталь будет вырвана из патрона. При скоростной обработке на деталь действуют большие инерционные силы и силы резания, в результате чего возрастает опасность вырыва детали из патрона, что может быть причиной травмирования рабочего. Поэтому при скоростной обработке пневматический привод должен иметь вспомогательные устройства, которые при падении давления в сети автоматически выключают электродвигатель и останавливают станок.

Для получения достаточно большой силы зажима детали в патроне при определенном давлении воздуха в пневматической сети ($4-6 \text{ кг/см}^2$) применяют силовые цилиндры больших размеров, которые имеют значительный вес и момент инерции, что, следова-

тельно, приводит к ухудшению работы станка и увеличению износа подшипников шпинделя.

Привод (фиг. 18) состоит из силового устройства 1, которым является вращающийся воздушный цилиндр или диафрагменная камера, и арматуры для управления и контроля. Арматура состоит из водоотделителя 2, регулятора давления 3 с манометром 4, масленки 5



Фиг. 18. Схема пневматического привода.

подачи распыленного масла 5, распределительного крана 6 и воздухопроводов 7. В арматуру могут быть также включены вспомогательные устройства.

Силовое устройство укрепляют на заднем конце шпинделя с помощью переходного фланца 8.

Арматуру устанавливают на станке в месте, удобном для управления и контроля.

Арматура

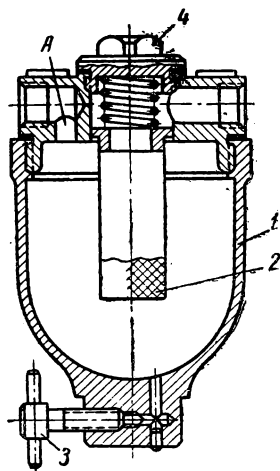
Водоотделитель с фильтром (фиг. 19) предназначен для отделения воды, образующейся в воздухопроводе в результате конденсации водяных паров, и для очистки воздуха от механических примесей.

Отделение воды в водоотделителе основано на резком расширении воздуха, вследствие чего происходит каплеобразное выделение воды. Сжатый воздух попадает из сети через отверстие малого диаметра А и расширяется в резервуаре 1; выделившаяся при этом

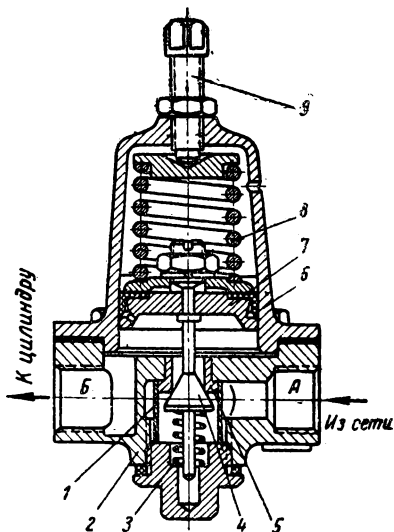
вода скапливается на дне резервуара, а воздух проходит через латунный сетчатый фильтр 2, очищается от механических примесей и поступает к регулятору давления. Скопившуюся на дне резервуара воду выпускают через кран 3.

Внутренние поверхности водоотделителя покрашены для предохранения от коррозии. Фильтр можно вынимать для промывки через отверстие, закрытое пробкой 4.

Регулятор давления служит для регулирования силы зажима обрабатываемой детали и поддержания постоянного давления в ци-



Фиг. 19. Водоотделитель с фильтром.



Фиг. 20. Поршневой регулятор давления.

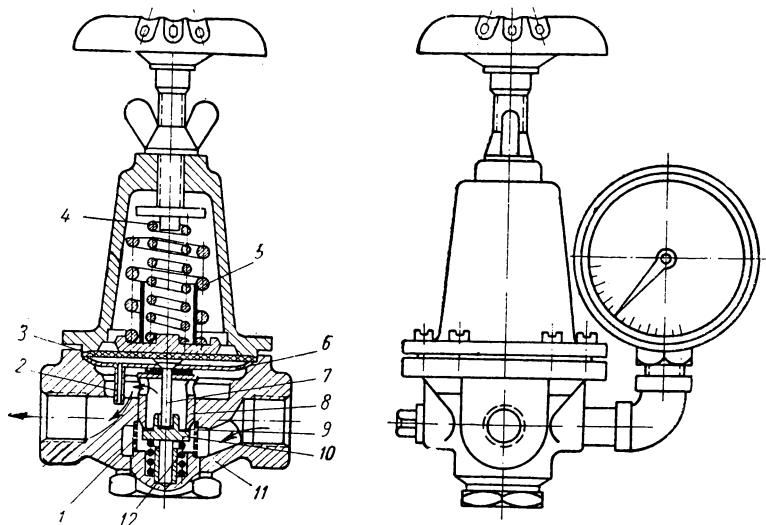
линдре независимо от колебаний давления в цеховой пневматической сети.

В пневматическом приводе к токарным патронам применяют поршневой и мембранный регуляторы давления. Поршневой регулятор давления (фиг. 20) состоит из алюминиевого корпуса 2 с двумя отверстиями для подключения к пневматической сети и отверстием для присоединения манометра. В расточке корпуса устанавливают седло 5 клапана 4. Снизу клапан поддерживает пружина 3. Для фильтрации воздуха вставлена сетка 1. Сверху корпус накрыт стаканом 6, в котором помещены поршень 7 и пружина 8. Усилие пружины винтом 9 регулируют на необходимое давление воздуха в цилиндре, для чего нужно преодолеть силу сжатия пружины 3 и силу, действующую на поршень 7 от рабочего давления воздуха; при этом клапан 4 отжат вниз и образует кольцевую щель между конусом клапана и седлом 5. Сжатый воздух через отверстие А и кольцевую щель поступает под поршень 7, а затем через отверстие Б в воздушный цилиндр. Как только давление в сети превысит

силу пружины 8, поршень 7 поднимется, клапан 4 закроет кольцевую щель и доступ воздуха в воздушный цилиндр прекратится.

При понижении давления в сети клапан под действием пружины 8 опустится и кольцевая щель снова откроется.

Регулятор данной конструкции поддерживает давление в процессе работы с точностью $0,5 \text{ кг/см}^2$. Диапазон регулирования от 0 до 10 кг/см^2 . Недостатками поршневого регулятора давления, влияющими на его чувствительность, являются трение между манжетой поршня и стаканом и просачивание воздуха через манжету.



Фиг. 21. Мембранный регулятор давления.

Мембранный регулятор давления (фиг. 21) более чувствителен, чем поршневой.

Резиновая мембрана 3, которая служит поршнем, находится под давлением пружин 4 и 5. В корпусе 11 помещен клапан 10 с резиновой прокладкой 9; клапан прижат пружиной 12 к седлу 8. В корпусе помещены фильтрующая сетка 1, шайба 6 с трубкой 2 и толкатель 7.

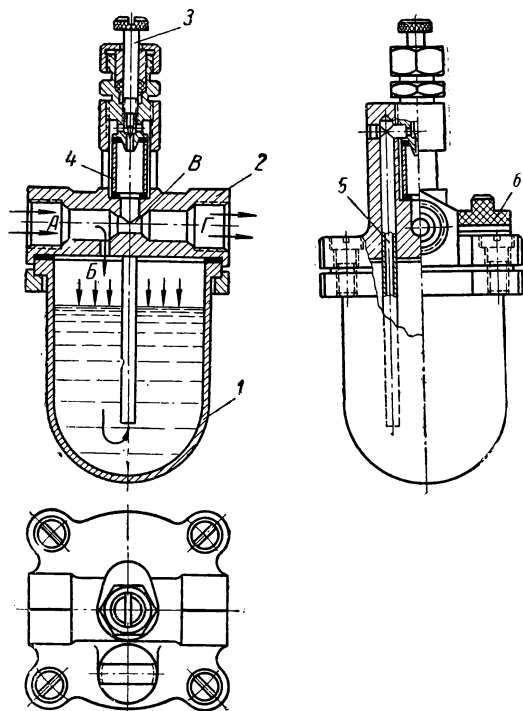
При отсутствии давления мембрана 3 под действием пружин 4 и 5 выгибается вниз и через толкатель 7 открывает клапан 10, вследствие чего создается щель для прохода воздуха по пути, указанному стрелками.

Если давление сжатого воздуха в полости под мембраной повысится, мембрана выпрямляется, прикрывая клапан 10.

Необходимую величину давления устанавливают так же, как и в регуляторе, показанном на фиг. 20.

Недостатком данной конструкции является возможное засорение трубки 2 при плохо отфильтрованном воздухе. Применяют также и регуляторы давления повышенной чувствительности [2].

Масленка подачи распыленного масла показана на фиг. 22. Для нормальной работы пневматического цилиндра, необходимо смазывать трущиеся детали, так как при отсутствии смазки увеличивается трение между стенками цилиндра и манжетами, а также между валиком и манжетами распределительной муфты, что ведет к быстрому износу манжет и к большим затратам сжатого воздуха на преодоление трения.



Фиг. 22. Масленка для подачи распыленного масла.

Масленка работает только в момент прохождения воздуха. Сжатый воздух, пройдя через отверстие А, поступает в суженный канал В крышки 2, вследствие чего скорость воздуха в этом канале повышается, а давление в нем и в верхней части масленки падает. В результате масло, которое находится в резервуаре 1, под более высоким давлением, поступает по трубке 5 к дросселю 3 и далее, в распыленном виде, струей воздуха уносится через отверстие Г в воздушную сеть. Масленка работает только в момент прохождения воздуха.

Распределительный кран (фиг. 23) служит для подачи сжатого воздуха в рабочие полости цилиндра и для выпуска отработанного воздуха в атмосферу.

Распределительный кран состоит из корпуса 1, имеющего три отверстия для подключения к пневматической сети, а четвертое для выпуска воздуха в атмосферу.

Кран переключают рукояткой 2, поворот которой ограничен Х-образной выемкой на корпусе. С нижней стороны к корпусу притерт чугунный дисковый золотник 3, прижатый к корпусу пружиной 5, упирающейся в крышку 4.

Масленка состоит из резервуара 1, изготовленного из прозрачной пластмассы, крышки 2 с дросселем 3, стеклянной трубки 4 для наблюдения за поступлением масла и медной трубки 5. Масло заливается через отверстие, закрываемое пробкой 6. Резервуар 1 сообщается с основным каналом А в крышке через отверстие В.

Сжатый воздух, пройдя через отверстие А, поступает в суженный канал В крышки 2, вследствие чего скорость воздуха в этом канале повышается, а давление в нем и в верхней части масленки падает. В результате масло, которое находится в резервуаре 1,

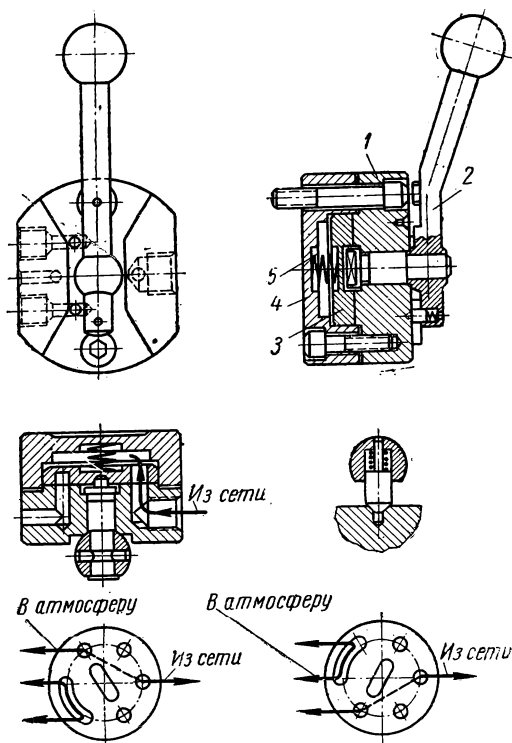
На притертой поверхности золотника 3 расположены по окружности каналы. Один из них служит для направления потока сжатого воздуха из сети в рабочую полость воздушного цилиндра. Наличие сквозного отверстия позволяет создать добавочное давление со стороны крышки на золотник. Второй канал при этом соединяет нерабочую полость воздушного цилиндра с атмосферой, чем обеспечивается выход воздуха, вытесняемого поршнем воздушного цилиндра.

В последнее время получила распространение пневматическая панель, которая заменяет регулятор давления, масленку и распределительный кран. Панель более компактна, удобнее для монтажа на станке и при эксплуатации, чем арматура. На фиг. 24 показано расположение панели на передней бабке револьверного станка.

Пневматическая панель (фиг. 25) состоит из чугунного корпуса 1 с резервуаром для масла В и указателем уровня масла. В корпусе установлены регулятор давления, плоский распределительный кран и манометр.

Регулятор давления состоит из поршня 7 с пружиной 8, конуса 4 с пружиной 3, пробки 2 и крышки 9, которая ввернута в корпус 1. В крышку ввернут регулировочный винт 11 с гайкой 10. Плоский распределительный кран состоит из золотника 22 и валика 21 с рукояткой 19. Золотник 22 представляет собой чугунный диск с каналами, одним сквозным отверстием для прохода воздуха и двумя глухими отверстиями для масла. Золотник 22 притерт к бобышке корпуса и прижат к ней пружиной 20 и давлением воздуха в полости М. Масленка как отдельный узел отсутствует. Масло заливают в резервуар В корпуса 1 и оно по маслопроводу из отверстия Г самотеком поступает к золотнику.

На торце бобышки корпуса имеются каналы, по которым воздух и масло поступают в пневматическую сеть. Масляный резервуар



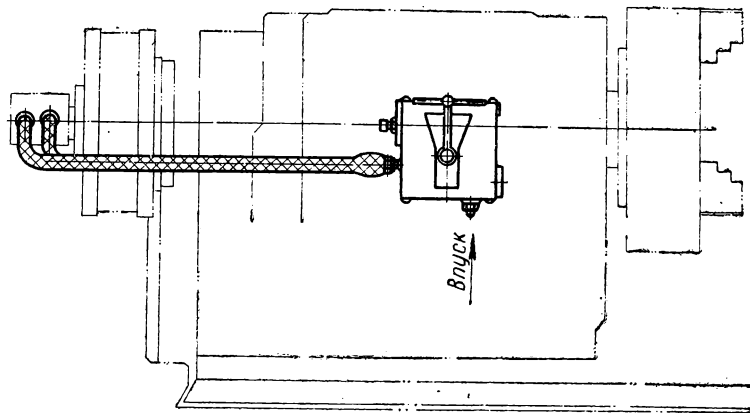
Фиг. 23. Распределительный кран.

сверху закрыт крышкой 17. Сбоку в корпус вставлен указатель 16 уровня масла.

В корпусе имеются каналы *E* для подвода воздуха к регулятору давления, а *Ж* — к крану; *И* — для отвода воздуха в воздухопровод воздушного цилиндра и *Д* — в атмосферу.

Манометр 18 установлен на валике 15, который вставлен в корпус 1 и укреплен в нем гайкой 14. Отверстие под гайку закрыто пробкой 13.

Валик 15 имеет наружную выточку и внутренние каналы для подвода воздуха к манометру.



Фиг. 24. Установка пневматической панели на станке.

Шланг от заводской пневматической сети прикреплен к штуцеру 5 снизу корпуса. Под штуцером находится латунная сетка 6, которая служит фильтром.

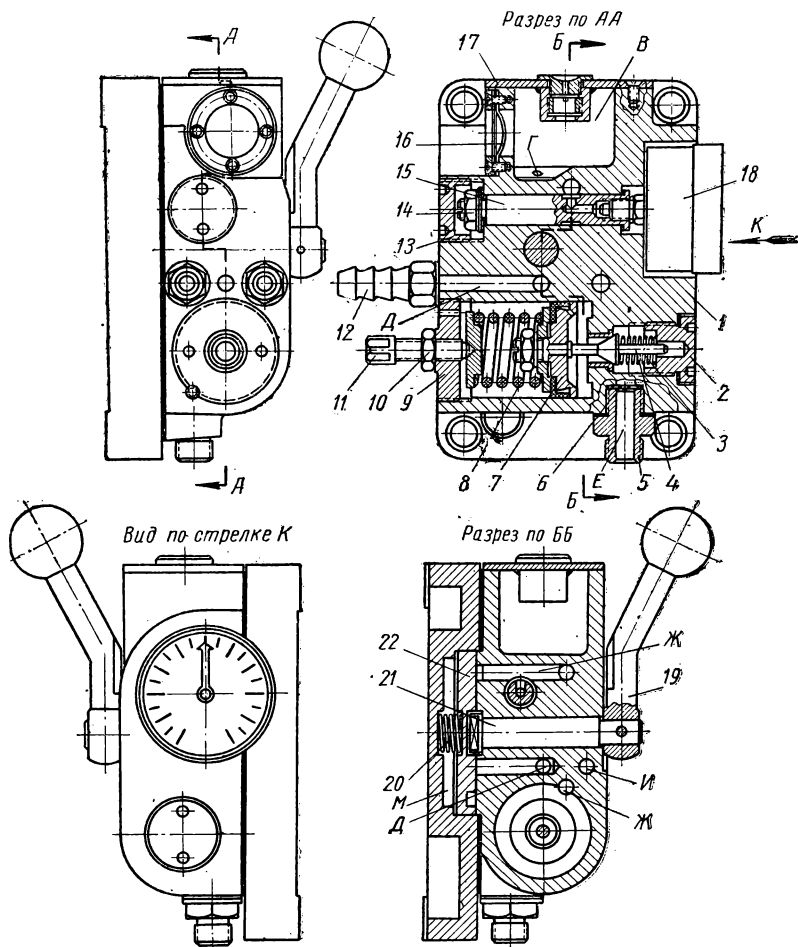
Резиновые шланги воздухопровода к воздушному цилиндру надевают на мундштуки 12, расположенные сбоку корпуса, и укрепляют на них хомутиками (фиг. 24). Панель крепят к станку четырьмя винтами М10.

Воздух от заводской пневматической сети поступает через канал *E* к регулятору давления, а затем через канал *Ж* — к золотнику.

На схеме работы золотника (фиг. 26) сплошными линиями показаны каналы и отверстия в бобышке корпуса, а штриховыми линиями — каналы и отверстия в золотнике. В нейтральном положении каналы золотника не сообщают подводящее отверстие *A* с отверстиями *B* и *Г* для отвода воздуха в воздухопровод воздушного цилиндра.

Для зажима детали рукоятку поворачивают влево до упора. При этом золотник поворачивается и соединяет отверстие *A* с отверстием *B*. Воздух проходит к воздушному цилиндру, зажимая деталь; давление в цилиндре, а следовательно, и в регуляторе давления растет, поршень 7 регулятора и конус 4 (фиг. 25) переме-

щаются влево, перекрывая отверстие для прохода воздуха. При последующем понижении давления в сети поршень под действием пружины δ переместится вправо и отверстие снова откроется. Воздух из нерабочей части воздушного цилиндра проходит через отверстие Γ , канал золотника и отверстие B — в атмосферу (фиг. 26).



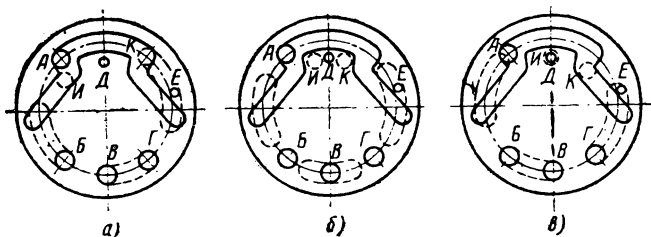
Фиг. 25. Пневматическая панель.

Для освобождения детали рукоятку поворачивают вправо до упора, и работа происходит в обратном порядке.

Воздух поступает из канала золотника через отверстие E и каналы корпуса к валу и через отверстия валика подходит к манометру.

Масло заливают в резервуар панели сверху, откуда оно по каналу корпуса (фиг. 25) и через отверстие D (фиг. 26) в корпусе подается к золотнику.

При повороте рукоятки вправо глухое отверстие золотника *И* (фиг. 26) совмещается с каналом *Д* и масло заполняет это отверстие. При повороте рукоятки влево отверстие *И* совмещается с каналом на торце бобышки и воздух, проходя по этому каналу, увлекает за собой масло. При этом глухое отверстие золотника *К* совмещается с каналом *Д* корпуса и в него входит масло.



Фиг. 26. Схема работы золотника панели:

а — рабочее положение; *б* — нейтральное положение; *в* — второе рабочее положение.

А — отверстие для подвода воздуха к золотнику; *Б* и *Г* — отверстия для отвода воздуха в воздухопровод; *В* — отверстие для выпуска воздуха в атмосферу; *Д* — отверстие для подвода масла к золотнику; *Е* — отверстие для подвода воздуха к манометру; *И* и *К* — глухие отверстия в золотнике для переноски масла.

Таким образом достигается порционная подача масла. При одном повороте рукоятки подается 2—3 капли масла. При такой системе смазки гарантируется постоянство подачи масла, что очень важно для длительной работы пневматических устройств.

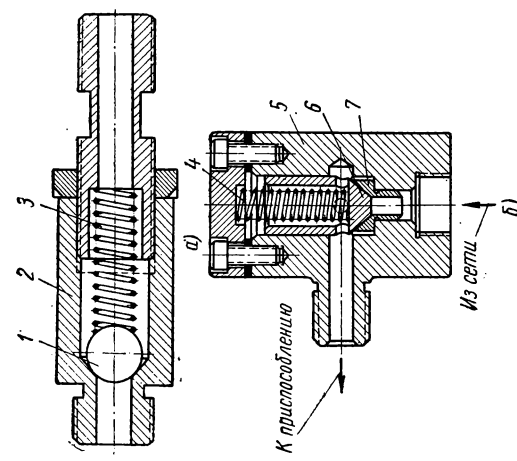
Для смазки используют жидкие масла. Панель следует устанавливать к вертикальной поверхности (фиг. 24).

Вспомогательные устройства

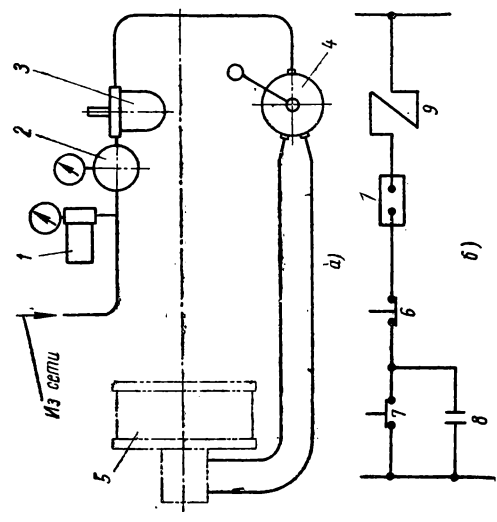
Обратный клапан служит для предотвращения аварий при внезапном падении давления воздуха в пневматической сети. Клапан ставят перед распределительным краном. В шариковом обратном клапане (фиг. 27, *а*) воздух, поступающий из сети, отжимает шарик *1*, находящийся в корпусе клапана *2*, и проходит в воздушный цилиндр. В случае падения давления в сети шарик пружинной *3* и под действием избыточного давления воздуха в цилиндре будет прижат к седлу, что перекроет выход для воздуха из цилиндра, и обрабатываемая деталь останется зажатой. Однако из-за утечек воздуха в сети и цилиндре сила зажима постепенно уменьшается, но рабочий в течение этого периода сможет выключить станок.

Обратный клапан с коническим седлом (фиг. 27, *б*) работает, как шариковый. В цилиндрической детали корпуса *5* клапана запрессовано коническое седло *7*, к которому пружиной *4* прижимается клапан *6*, имеющий рабочую поверхность в виде усеченного конуса. Седло и клапан для герметичности притерты.

В пневматическую сеть на скоростных станках рекомендуется включать пневматический контактор, который автоматически вык-



Фиг. 27. Обратные клапаны:
 а — шариковый; б — конический.

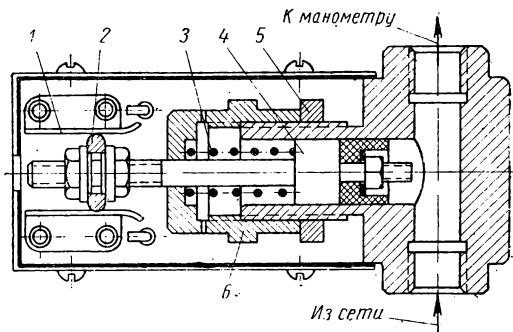


Фиг. 28. Пневматический привод токарного патрона с электрическим предохранительным устройством:

а — схема привода; б — электросхема;
 1 — пневматический контактор с манометром; 2 — регулятор давления; 3 — масленка подачи распянного масла; 4 — распределительный кран; 5 — воздушный цилиндр; 6 — кнопка „Стоп“; 7 — кнопка „Пуск“; 8 — блокирующий контакт; 9 — магнитный пускатель.

лючает электродвигатель и останавливает станок при резком падении давления в сети.

Как видно из схемы пневматического привода токарного патрона с электрическим предохранительным устройством (фиг. 28), перед



Фиг. 29. Пневмоконтактор.

распределительным краном установлен пневматический контактор (фиг. 29). Неподвижные контакты 1 контактора входят в цепь магнитного пускателя электродвигателя станка. В случае падения давления воздуха в сети ниже допустимого предела (обычно 3 кг/см^2) поршень 4 перемещается под действием пружины 3

вправо, при этом подвижный контакт 2 выходит из соприкосновения с неподвижным контактом 1, цепь магнитного пускателя размыкается, и электродвигатель станка будет выключен.

Давление, при котором срабатывает пневматический контактор, останавливают с помощью гайки 6 и контргайки 5.

Пусть станок можно только тогда, когда давление воздуха в сети повысится настолько, что поршень 4 переместится влево и замкнет цепь магнитного пускателя.

Силовые устройства

Вращающийся воздушный цилиндр двустороннего действия (фиг. 30) центрируется на буртике переходного фланца расточкой D_1 и закрепляется на нем винтами. Посадочный буртик переходного фланца выполнен под плотную посадку (II). Переходной фланец крепится на заднем конце шпинделя станка и стопорится от проворачивания.

Шток поршня связан через промежуточную тягу с патроном.

Сжатый воздух через неподвижную распределительную муфту 1, установленную на хвостовике цилиндра 12, поступает в левую или правую полости цилиндра, перемещая при этом поршень 3.

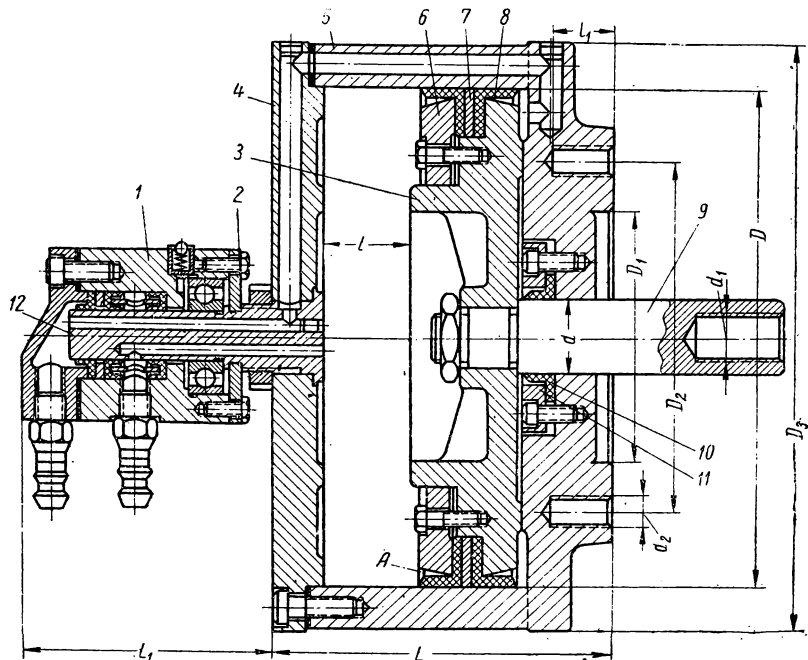
Корпус 5, крышка 4 и поршень 3 изготовлены из алюминиевого сплава. Поршень уплотнен двумя Г-образными манжетами 8, между которыми установлено промежуточное кольцо 7. Манжеты закреплены кольцом 6.

Сжатый воздух, поступая в пространство А под манжетой, поджимает борта ее к поверхности цилиндра, в результате чего создается необходимое уплотнение. Шток 9 и цилиндр уплотнены манжетой 10 при помощи кольца 11.

Хвостовик 12 запрессован в крышку 4 и закреплен гайкой.

Муфта 1 центрирована на хвостовике шарикоподшипником и удерживается от осевого перемещения бронзовыми полукольцами 2.

Внутри муфты имеются две полости. Сжатый воздух, попадая в полости муфты, прижимает манжеты к валу, создавая надежную герметичность. Все манжеты изготовлены из хлорвинила или кожи.



Фиг. 30. Вращающийся воздушный цилиндр двустороннего действия.

Вращающиеся цилиндры подбираются по табл. 3 в зависимости от силы на штоке, которая может быть определена с учетом необходимой силы зажима детали в патроне.

Таблица 3

D в мм	Размеры в мм									Резьба		Максимальное усилие на штоке при дав- лении в кг/см ² в кг	Расход воз- духа на один двой- ной ход при давлении в кг/см ² в л
	l	D ₁	D ₂	D ₃	d	d ₁	L	L ₁	l ₁	d ₂ в мм	количе- ство		
150	35	100	140	184	30	M20	138	105	25	M12	4	1000	13
200	35	100	140	242	30	M20	140	105	25	M12	4	1850	23
250	45	125	170	292	40	M27	173	118	30	M16	6	2900	47
300	45	125	170	345	40	M27	177	118	30	M16	6	4200	66
400	60	150	210	464	50	M36	212	118	35	M20	6	6800	160

Силу Q кг на штоке, зависящую от давления сжатого воздуха и внутреннего диаметра цилиндра, подсчитывают по формулам:

1) воздух находится в задней полости цилиндра (освобождение детали)

$$Q = p \frac{\pi D^2}{4} \eta;$$

2) воздух находится в передней полости цилиндра (зажим детали)

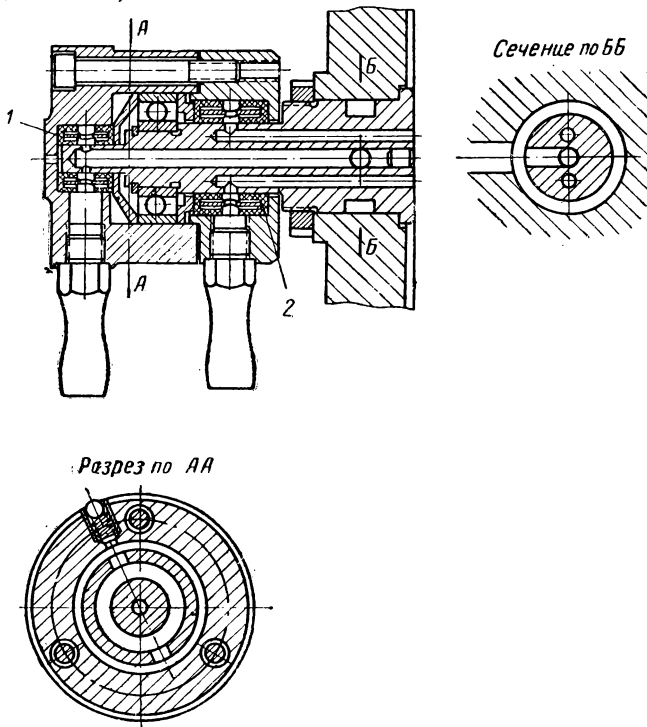
$$Q = p \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \eta,$$

где p — давление воздуха в цилиндре в кг/см^2 ;

D — диаметр поршня в см ;

d — диаметр штока в см ;

η — к. п. д. воздушного цилиндра (обычно принимают равным 0,9 — 0,95).

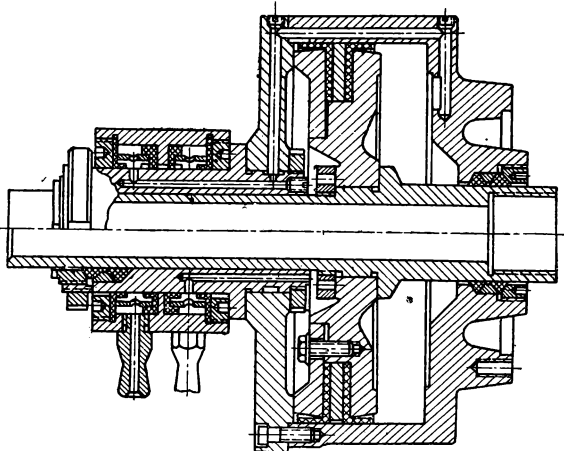


Фиг. 31. Скоростная распределительная муфта.

Полученный диаметр цилиндра округляют до ближайшего большего размера.

Недостатком вращающихся воздушных цилиндров с неподвижной распределительной муфтой (фиг. 30) является быстрый выход из строя манжеты муфты при числе оборотов шпинделя станка свыше 1000 в минуту.

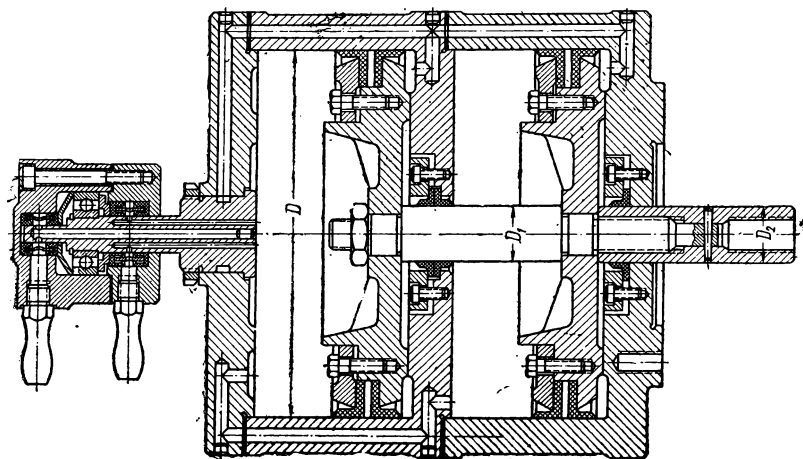
Распределительная муфта (фиг. 31) сконструирована таким образом, что шпиндель станка может вращаться со скоростью до 1500 об/мин. при прохождении сжатого воздуха через полость, обра-



Фиг. 32. Вращающийся воздушный цилиндр с полым штоком.

зуемую манжетами 1, и до 1200 об/мин. при прохождении сжатого воздуха через полость, образуемую манжетами 2.

Повышенные скорости получены в этой конструкции вследствие уменьшения окружных скоростей на трущихся поверхностях манжет



Фиг. 33. Сдвоенный вращающийся цилиндр.

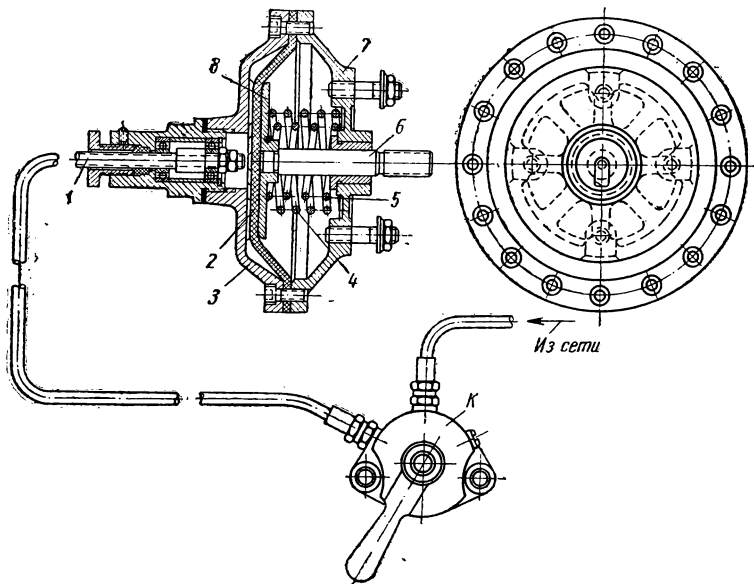
и вращающегося хвостовика ввиду уменьшения диаметров хвостовика. Это уменьшает нагрев манжет, а следовательно, повышает их срок службы. Кроме того, в приведенной конструкции улучшено

З. В. Л. Косовский, З. А. Крупенин, Н. В. Выродов.

центрирование муфты относительно хвостовика и отсутствует осевая сила, стремящаяся вдвинуть муфту.

В рассмотренных воздушных цилиндрах нельзя пропускать прутки через шпиндель станка, что является их недостатком.

Применение вращающегося воздушного цилиндра с полым штоком (фиг. 32) возможно при небольших числах оборотов шпинделя станка из-за больших трущихся поверхностей хвостовика и манжет; при высоких числах оборотов может произойти значительное выделение тепла и быстрый выход манжет из строя.



Фиг. 34. Вращающаяся диафрагменная камера.

Для увеличения силы на штоке цилиндра применяют двоянные вращающиеся воздушные цилиндры (фиг. 33). Сжатый воздух из распределительной муфты поступает одновременно в одноименные полости цилиндров и давит на оба поршня. Усилие Q кг на штоке этих цилиндров подсчитывают по формулам:

1) воздух находится в задней полости цилиндра (освобождение детали)

$$Q = p \frac{\pi}{4} (2D^2 - D_1^2) \eta;$$

2) воздух находится в передней полости цилиндра (зажим детали)

$$Q = p \frac{\pi}{4} [(D^2 - D_2^2) + (D^2 - D_1^2)] \eta.$$

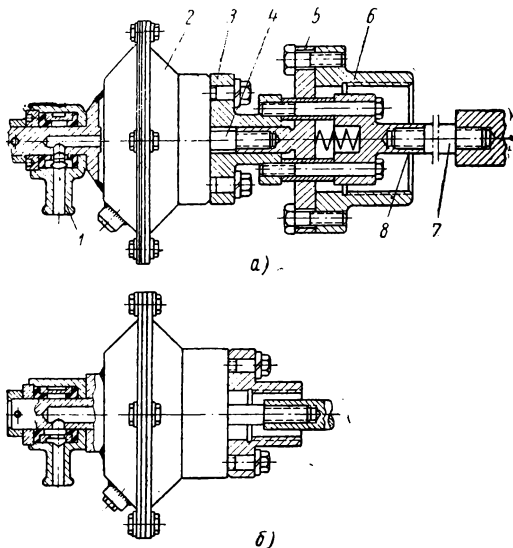
Вращающиеся диафрагменные камеры также могут применяться в качестве силового устройства. В этом случае нагрузка на шпиндель, ввиду малого веса камеры, и расход сжатого

воздуха уменьшаются. Пневматическая диафрагменная камера работает как цилиндр одностороннего действия, т. е. зажим деталей производится давлением сжатого воздуха на диафрагму, а освобождение детали и возврат диафрагмы в исходное положение осуществляется пружиной.

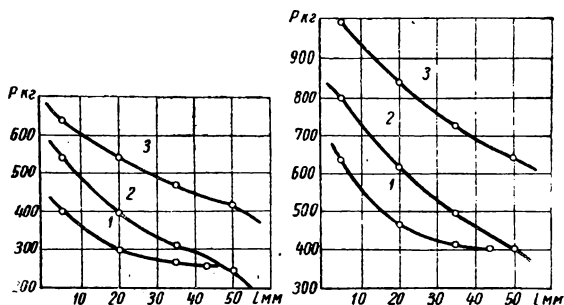
Сжатый воздух поступает во вращающуюся диафрагменную камеру (фиг. 34) через трубку 1 и давит на упругую диафрагму 2 (зажатую между корпусом 7 и крышкой 3), перемещая шток 6. Шток действует на диафрагму через укрепленный на нем диск 8.

Сжатый воздух выпускают из камеры поворотом одноходового распределительного крана К. При этом диафрагма вместе со штоком под действием пружин 5 и 4 возвращается в исходное положение и освобождает деталь.

Камера установлена на заднем конце шпинделя станка с помощью переходного фланца. В рассмотренной конструкции зажим



Фиг. 35. Крепление диафрагменных камер: а — при рабочем движении справа налево; б — при рабочем движении слева направо.



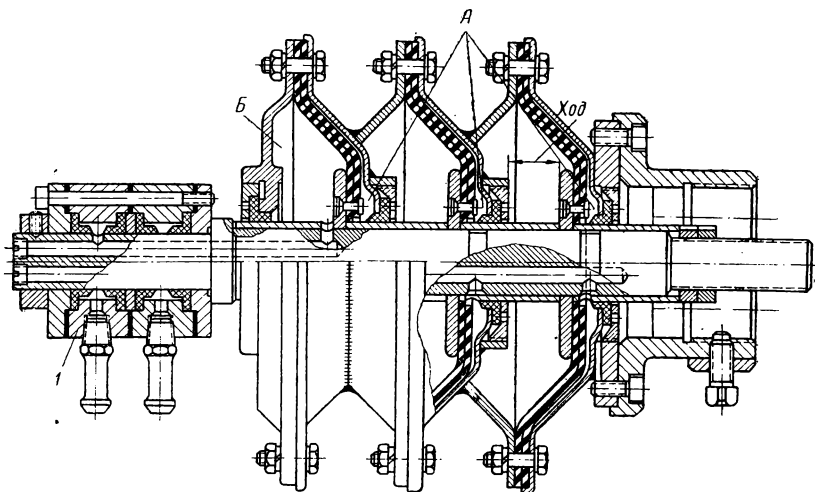
Фиг. 36. Зависимость усилия зажима от величины хода штока:

а — при 4 кг/см^2 ; в — при 6 кг/см^2 ;
1 — для камеры диаметром 180 мм; 2 — для камеры диаметром 206 мм; 3 — для камеры диаметром 230 мм.

детали производится при движении штока слева направо, причем шток соединен непосредственно с тягой. Если движение штока должно быть справа налево, то соединяют шток с тягой, как показано

на фиг. 35. Камера 2 прикреплена к переходному фланцу 3, который в свою очередь связан через ползун 8 с тягой 7. Шток 4 жестко связан через промежуточную планку 5 с основной неподвижной планшайбой 6, накрученной на задний конец шпинделя. Таким образом, когда сжатый воздух через муфту 1 поступает в камеру, диафрагма вперед не подается, так как она жестко связана с планшайбой, и тогда, под давлением сжатого воздуха на заднюю стенку, камера отходит назад и тянет за собой тягу, зажимая деталь.

Диафрагмы изготовляют из четырехслойной ткани толщиной 1,8—2 мм, с двух сторон, покрытой резиной.



Фиг. 37. Блок диафрагменных камер.

Силу P кг на штоке диафрагменной камеры [3] определяют по формуле

$$P = p F_a - q,$$

где p — удельное давление в кг/см²;

F_a — активная площадь диафрагмы в см²;

q — сопротивление возвратной пружины в кг.

Сила на штоке диафрагменной камеры зависит от положения штока, конструкции камеры и качества диафрагмы.

Из кривых зависимости P от длины хода штока (фиг. 36) видно, что максимальная сила получается при малом ходе штока; с увеличением хода штока сила уменьшается, из чего следует, что сила зажима в патроне будет также изменяться в пределах хода кулачков.

Так как сила на штоке ограничена и переменна по величине, вращающиеся диафрагменные камеры применяют для токарных патронов небольших размеров и только для легких работ.

Для увеличения силы зажима применяют блоки из диафрагменных камер.

В блоке, состоящем из трех сваренных между собой камер (фиг. 37), создается утроенная сила на штоке.

Сжатый воздух поступает через распределительную муфту 1 в правые полости А всех трех камер и зажимает деталь. Освобождение детали происходит при впуске воздуха в полость Б крайней левой камеры и одновременном выпуске воздуха в атмосферу из полостей А.

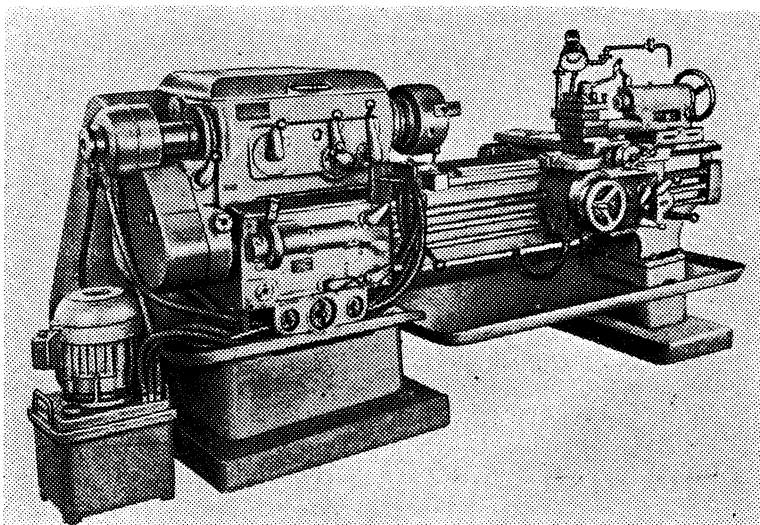
Полости Б двух правых камер постоянно соединены с атмосферой.

В данной конструкции освобождение детали производится силой, создаваемой одной камерой, что уменьшает расход воздуха.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ

Установка привода на станке показана на фиг. 38.

Из схемы привода (фиг. 39) видно, что лопастной насос 3 нагнетает масло из бака 1 через трубопровод 2 в трехходовой золотник 8. Из золотника по трубопроводам 6 масло поступает в правую или левую полость поворотного цилиндра 7. При нагнетании масла



Фиг. 38. Монтаж гидравлического привода токарного патрона на станке 1А62.

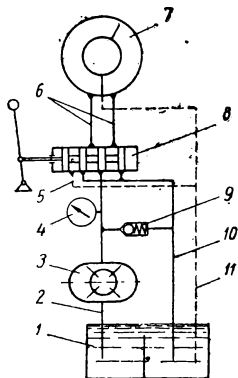
в правую полость ротор цилиндра поворачивается и вытесняет масло из левой полости в бак через золотник и сливной трубопровод 10. При нагнетании масла в левую полость происходит обратное явление. Масло из цилиндра и золотника отводится в бак соответственно по трубопроводам 11 и 5. Для регулирования величины давления и для предохранения системы от перегрузки в золотник установлен предохранительный клапан 9. Давление контролируют по манометру 4.

Для привода насоса используют короткозамкнутый асинхронный электродвигатель ($n=1000$ об/мин, $N = 1$ квт). Предельное рабочее давление в системе 65 кг/см^2 .

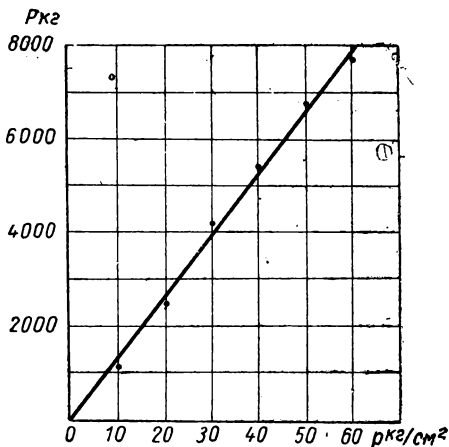
Кривые зависимости силы P на тяге от давления p в системе показаны на фиг. 40.

Вращающийся гидравлический цилиндр поворотного действия (фиг. 41) установлен с помощью переходного фланца на заднем конце шпинделя и связан через промежуточную тягу с патроном.

Цилиндр состоит из статора (корпус 1, крышки 2 и 10, упор 5 и хвостовик 9), ротора (ступица 7 и лопатка 6), гайки 3 и винта 4.



Фиг. 39. Схема привода.



Фиг. 40. Зависимость силы на тяге привода от давления в системе.

Масло к статору цилиндра подводится через неподвижный маслораспределитель 8, который установлен на хвостовике 9 статора на двух шариковых подшипниках высокого класса точности.

В данной конструкции всегда имеется зазор между рабочими поверхностями маслораспределителя и хвостовика статора, вследствие чего отсутствует трение, а следовательно, износ этих поверхностей.

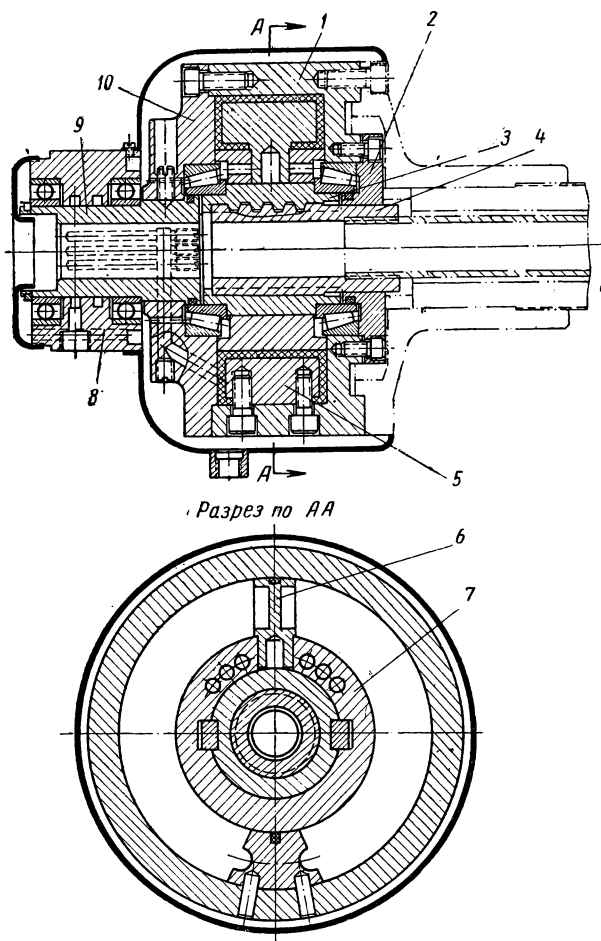
Зазор рассчитан на определенную величину утечки масла, допускаемую данной конструкцией. Отсутствие трущихся поверхностей не ограничивает скорости вращения шпинделя, что особенно важно для скоростных станков.

Работа цилиндра осуществляется следующим образом: масло, нагнетаемое в одну из полостей статора, поворачивает ротор, который ведет гайку 3.

При повертывании гайки 3 винт 4, который удерживается от поворота шлицевым соединением с крышкой 2, перемещается в осевом направлении. Винтовая пара самотормозящая, что позволяет после зажима детали уменьшить давление в цилиндре до атмосферного.

Ротор разгружен от осевых сил, возникающих в винтовой паре, так как он установлен на гайке с посадкой движения, вследствие чего гайка, воспринимающая осевые усилия, может перемещаться относительно ротора.

Для управления приводом поворачивают рукоятку золотника, чем осуществляется подача масла в правую или левую полость ци-



Фиг. 41. Гидравлический вращающийся цилиндр поворотного действия.

линдра и управление электродвигателем насоса через электрический переключатель, установленный на золотнике.

Чтобы нельзя было одновременно включать электродвигатель станка и электродвигатель привода, вследствие чего привод может случайно быть включен на * освобождение детали, предусмотрена электрическая блокировка.

Основными преимуществами гидравлического привода являются:

- 1) большая сила зажима детали при сравнительно небольших габаритах цилиндра;
- 2) возможность регулирования силы зажима в широких пределах;
- 3) возможность пропуска прутка через шпиндель станка;
- 4) безопасность работы ввиду наличия самоторможения в приводе;
- 5) возможность использования всего диапазона чисел оборотов современных токарных станков ввиду отсутствия трущихся поверхностей в маслораспределителе цилиндра;
- 6) малый расход электроэнергии, так как электродвигатель гидравлического привода работает только в момент зажима или освобождения детали.

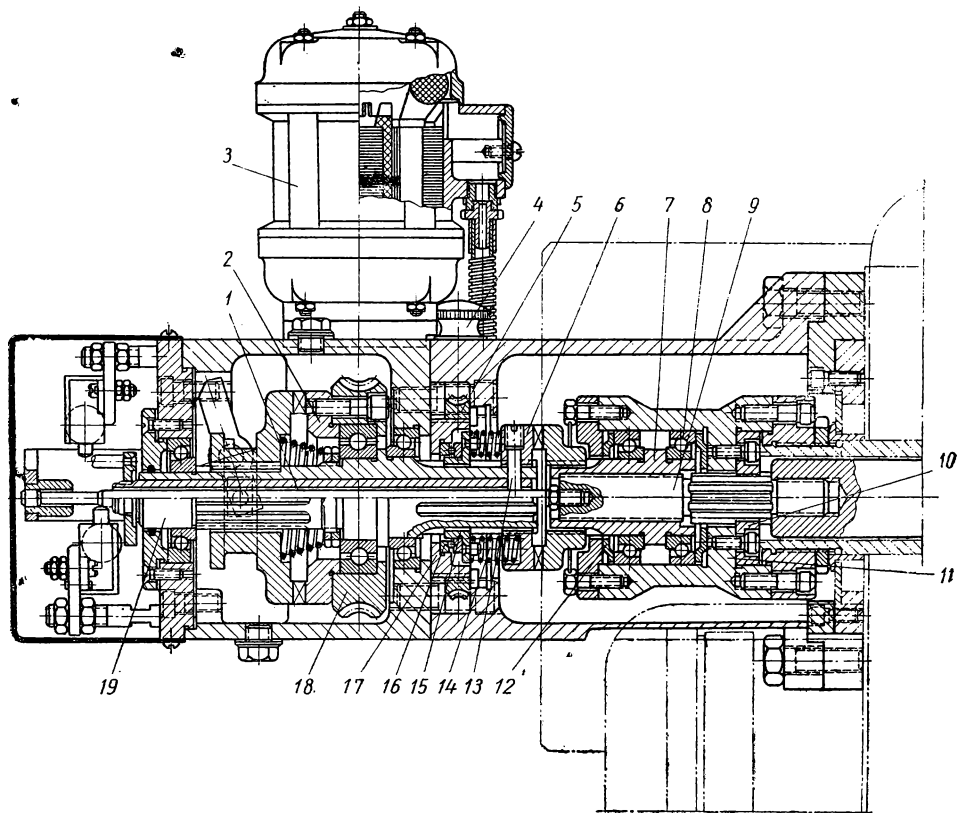
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ

Электромеханический привод конструкции завода «Приспособления» (фиг. 42) состоит из электродвигателя и редуктора, установленных на передней бабке станка. Вращение от вала асинхронного короткозамкнутого электродвигателя ($n=1500$ об/мин, $N=0,25$ кВт) передается червяком на червячное колесо 18, свободно вращающееся на шарикоподшипнике. С червячным колесом жестко связана половина кулачковой муфты 2, вторая половина которой установлена на полом валике 1. Валик 1 через кулачковую муфту 6 вращает гайку 7, установленную на двух радиально-упорных шариковых подшипниках 8. При поворачивании гайки, в осевом направлении перемещается винт 9, так как от проворота он удерживается шлицевым соединением с направляющей шайбой 10. Направляющая шайба прикреплена к стакану 11, неподвижно сидящему на шпинделе станка. На хвостовик винта 9 навинчена тяга, которая вторым концом соединена со штоком патрона. В конструкции привода имеется специальное устройство для регулирования силы зажима детали в пределах от 2 до 8 т.

Регулирующее устройство состоит из червячного колеса 5, червяка 4, обоймы 17, шарикового упорного подшипника 16, скользящей шлицевой втулки 15 и шести цилиндрических пружин 14. Силу зажима регулируют следующим образом: при вращении червяка 4 вращается червячное колесо 5, которое не может перемещаться в осевом направлении. Червячное колесо наведено на обойму 17. При вращении червячного колеса обойма 17 перемещается в осевом направлении и через упорный подшипник 16 и шлицевую втулку 15 воздействует на пружины, чем достигается регулирование силы их сжатия. Пружины 14 прижимают одну половину кулачковой муфты 6 ко второй половине. Чтобы пружины не создавали осевой силы на шпиндель, в левой части муфты 6 имеются винты 13, которые упираются в торцы прорезей на валике 1 и передают через валик 1 усилие на корпус передней бабки станка. При достижении определенной величины силы зажима скосы кулачковой муфты выходят из зацепления и тяга 19 действует на конечный выключатель,

который выключает электродвигатель привода и тормоз шпинделя станка; тормоз удерживает шпиндель от вращения во время зажима и освобождения изделия.

Между гайкой и шпинделем помещен пружинный пакет 12, который поджимает деталь в случае ослабления зажима.



Фиг. 42. Электромеханический привод конструкции завода „Приспособления“.

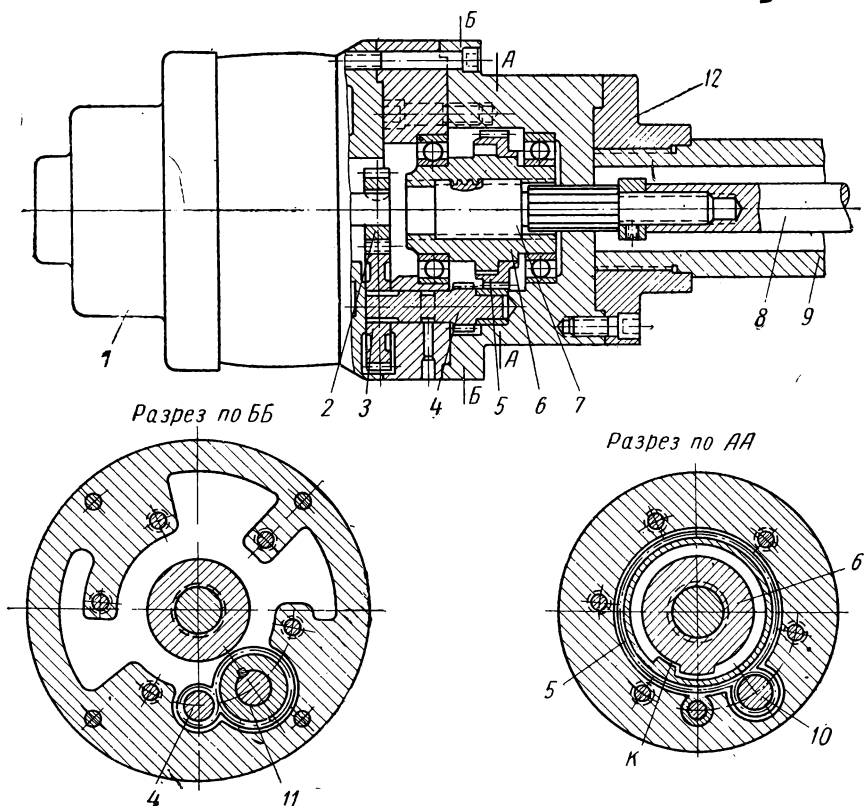
Электромеханический привод со встроенным электродвигателем (фиг. 43) переходным фланцем 12 установлен на шпиндель станка 9. Электродвигатель 1 через шестеренку 2, сидящую на его валу, и редуктор, состоящий из четырех шестерен 3, 4, 11 и 10, вращает зубчатое колесо 5. Зубчатое колесо 5 свободно сидит на гайке 6 и выступом К ведет гайку 6, имеющую такой же выступ.

Гайка 6 установлена на двух шарикоподшипниках и не может перемещаться в осевом направлении. При вращении гайки, перемещается в осевом направлении винт 7, который удерживается от поворота шлицевым соединением в корпусе редуктора.

Перемещение винта вызывает перемещение соединенной с ним тяги 8.

Резбовое соединение винта 7 с гайкой 6 выполнено самотормозящимся, поэтому после зажима или освобождения детали двигатель выключается. Однозубая муфта обеспечивает стабильную силу зажима и плавный ход при нормальном пусковом моменте двигателя, так как иначе возможно заклинивание винтовой пары.

В этой конструкции применен реверсивный электродвигатель с короткозамкнутым ротором ($n=1500$ об/мин.).



Фиг. 43. Электромеханический привод со встроенным электродвигателем.

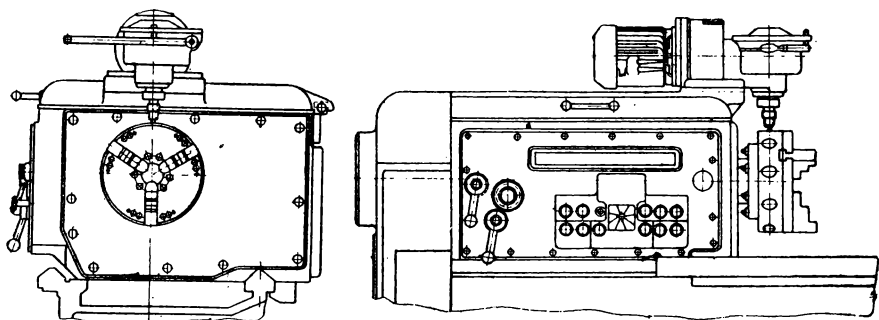
Конструкция компактна, но имеет значительный вес, что отрицательно влияет на работу станка.

Электромеханический ключ (инерционный привод) для спирально-реечного самоцентрирующего токарного патрона устанавливают на передней бабке станка (фиг. 44).

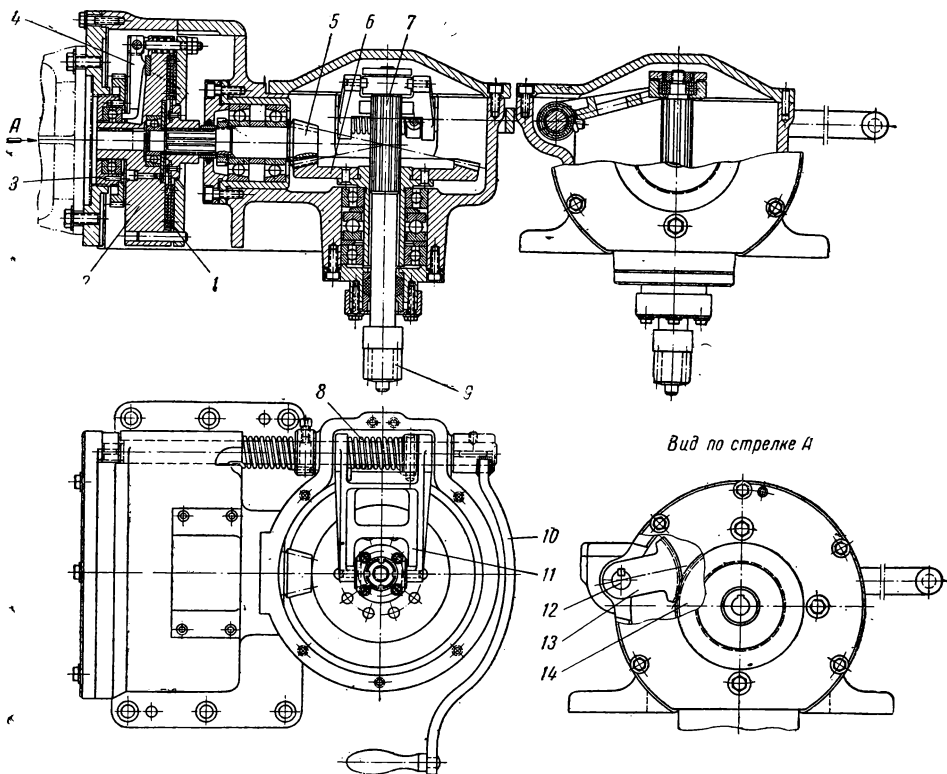
Конструкция ключа показана на фиг. 45. На валу электродвигателя ($n=3000$ об/мин.) закреплен маховик 2.

Вращение маховика через управляемую фрикционную муфту 1, конические шестерни 5 и 6 передается на шлицевой валик 7, на котором установлена ключевая шестерня 9. Управляют приводом ру-

кояткой 10, поворачивающей валик управления 12. В начале поворота рукоятки вилка 11, приводимая от валика 12 через пружину 8, опускает шлицевой валик 7, вставляя тем самым ключевую шестер-



Фиг. 44. Монтаж электромеханического ключа на станке.



Фиг. 45. Конструкция электромеханического ключа.

ню в отверстие корпуса патрона. Одновременно сектор 13, поворачивая шестерню 14, вывинчивает многозаходный винт 3, который через упорный подшипник нажимает на рычаги 4, уменьшая зазор между дисками фрикционной муфты.

После зацепления ключевой шестерни 9 с зубьями диска вилка 11 останавливается, и при дальнейшем повороте валика скручивается только пружина 8. При дальнейшем повороте валика 12 включается фрикционная муфта, приводящая во вращение ключевую шестерню 9. Силу зажима регулируют поворотом рукоятки управления 10, что изменяет нормальное давление между дисками фрикционной муфты. Изменение направления вращения ключевой шестерни осуществляется реверсированием двигателя.

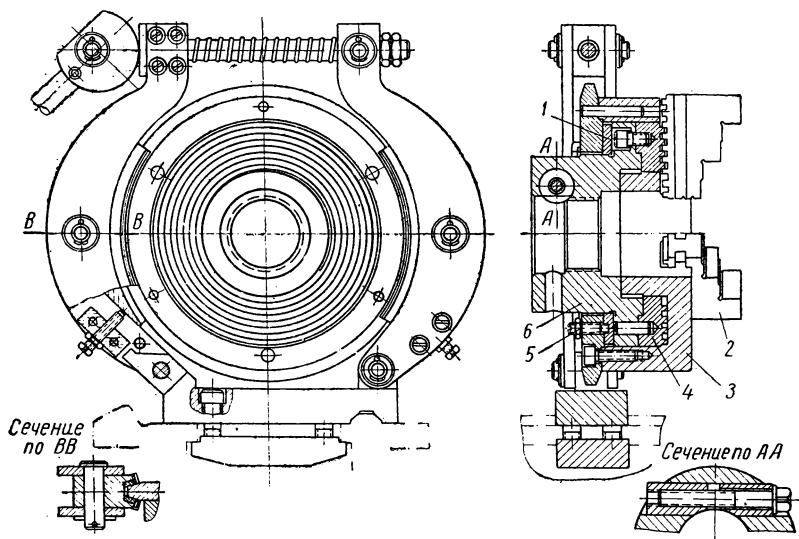
Недостатками электромеханического ключа являются:

- 1) необходимость каждый раз поворачивать патрон в требуемое положение для введения шестерни в зацепление с диском;
- 2) необходимость затрачивать много времени на разгон или остановку маховика.

МЕХАНИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ

При механическом приводе для перемещения кулачков спирально-реечного патрона используют главный двигатель станка.

В механическом приводе конструкции токаря Агаджанова (фиг. 46) спиральный диск 4 через фланец 6 укреплен на шпинделе



Фиг. 46. Привод конструкции токаря Агаджанова.

станка, а корпус патрона 3 может вращаться относительно диска и шпинделя. Корпус удерживается от проворота относительно спирального диска силами трения между фланцем 6 и кольцом 1, прижатым к переходному фланцу нажимными винтами 5, в том случае, когда в патроне не зажата деталь.

Для зажима детали корпус патрона останавливают при помощи колодочного тормоза. После этого приводят во вращение шпин-

дель, который, вращая спиральный диск, перемещает кулачки 2 и тем самым зажимает деталь.

Сила зажима определяется величиной момента трения, которым удерживается корпус от проворачивания. Когда крутящий момент на шпинделе достигает величины момента трения, корпус начинает провертываться, и рабочий выключает тормоз.

Преимуществами данного привода являются:

- 1) простота конструкции;
- 2) повышенная точность центрирования детали, так как спираль, определяющая точность центрирования детали, непосредственно соединена со шпинделем станка;

- 3) простота регулирования силы зажима при помощи тормоза.

Недостатками этого привода являются:

- 1) возможность травмирования рабочего, поддерживающего зажимаемую деталь, так как в момент зажима вместе с корпусом патрона начинает вращаться и деталь;

- 2) ограничение максимального усилия зажима, определяемого конструкцией тормозного устройства и прочностью деталей цепи главного движения станка. При достаточно большой силе зажима, момент, создаваемый рабочим на спирально-реечном патроне диаметром 240 мм, равен примерно 150 кгм, а для патрона диаметром 325 мм—250 кгм. Максимальный крутящий момент, создаваемый шпинделем станка 1А62, равен 120 кгм. В том случае, когда силы резания дополнительно поджимают деталь, работу в патроне конструкции токаря Агаджанова можно производить; в противном случае работать опасно, так как деталь может быть вырвана из патрона;

- 3) необходимость каждый раз при зажиме и освобождении детали изменения числа оборотов шпинделя, так как при большом числе оборотов при освобождении детали кулачки могут выйти из зацепления с диском ввиду быстрого их перемещения, а при зажиме детали крутящий момент на шпинделе оказывается недостаточным.

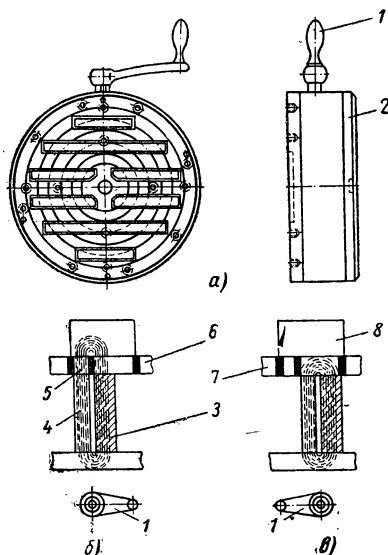
Имеются конструкции механических приводов от электродвигателя главного движения станка через специальный редуктор. В патроне создается большая сила зажима, чем обеспечивается безопасность в работе. Однако такие конструкции не применяют, так как для них требуются редукторы с большим передаточным числом и они неудобны в эксплуатации.

Кроме того, наличие переходного соединения от привода к патрону является нежелательным, так как в месте соединения привода и патрона наблюдается повышенный износ и создаются неблагоприятные условия работы.

МАГНИТНЫЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПРИВОДЫ

Для обтачивания или шлифования торцов тонких колец применяют магнитные и электромагнитные патроны. Эти патроны дают возможность точно и быстро установить деталь для чистовой обработки. Для установки детали в такой патрон один ее торец должен быть чисто обработан.

Патроны с постоянными магнитами (фиг. 47) удобны, так как они просты по конструкции — для них не требуется подвода электрической энергии. Действие таких патронов основано на свойствах магнитного поля. При повороте рукоятки 1 в положение «Включено» (фиг. 47, б) магнитный силовой поток проходит через деталь 8 и прижимает ее к корпусу патрона 2. При повороте рукоятки в положение «Выключено» (фиг. 47, в) магнитный силовой поток уменьшается



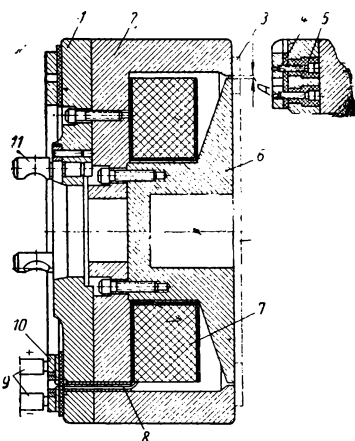
Фиг. 47. Патрон с постоянным магнитом:

а — общий вид патрона; б — деталь закреплена, рукоятка в положении „Включено“; в — деталь освобождена, рукоятка в положении „Выключено“;

1 — рукоятка; 2 — патрон; 3 — магнит; 4 — проводник (железо Армоко); 5 — внутренний полюс (железо Армоко); 6 — латунная прокладка; 7 — плита железо Армоко; 8 — изделие.

ается (поглощается корпусом) и деталь освобождается. Таким образом патроны с постоянными магнитами надежны в работе и удобны в эксплуатации.

Электромагнитный патрон (фиг. 48) состоит из



Фиг. 48. Электромагнитный патрон.

корпуса 2 и сердечника 6 с катушкой 7. Патрон устанавливают на шпиндель станка при помощи переходного фланца 1, который пальцами 11 крепится к шпинделю станка.

Токоприемные кольца 10 укреплены на переходном фланце и изолированы от него текстолитовой прокладкой 4 и втулками 5. Патрон работает от источника постоянного тока (2-3а, 110 в). Ток подводится через щетки 9 и токоприемные кольца 10 к проводникам 8, соединенным с катушкой 7.

При прохождении тока через катушку 7 в корпусе и сердечнике создается электромагнитное поле.

При наложении детали 3 магнитные силовые линии проходят через нее, прижимая ее к торцу патрона.

При выключении тока корпус и сердечник остаются намагниченными за счет остаточного магнетизма. Это явление используют

для предварительной установки детали. При работе необходимо следить за тем, чтобы стружка не засоряла зазор A . В случае засорения зазор необходимо прочистить латунной или медной проволокой при включенном патроне на ходу станка.

Для надежного прижима детали к торцу патрона она должна при установке перекрывать зазор A .

При работе с магнитными или электромагнитными патронами следует соблюдать следующие правила по уходу и эксплуатации:

1) очищать торцевую поверхность патрона и детали от стружки, масла, пыли и грязи, так как они ухудшают условия работы и уменьшают силу зажима;

2) периодически проверять торцевую плоскость, а при необходимости шлифовать ее;

3) не превышать допустимые режимы обработки.

ВЫБОР ПРИВОДА

При выборе привода необходимо исходить из конкретных условий производства. Пневматический привод используют на заводах, имеющих компрессорную установку достаточной мощности. Для надежной работы пневматических зажимных устройств необходимо учитывать расход сжатого воздуха, исходя из расхода воздуха компрессорной установкой. Расход воздуха для пневматических цилиндров, работающих при давлении 6 кг/см^2 , без учета утечек воздуха приведен в табл. 3. Пневматические диафрагменные камеры с возвратной пружиной, работающие при давлении 6 кг/см^2 при соответствующих размерах диафрагмы, расходуют воздуха на один рабочий цикл в 2 — 3 раза меньше, чем поршневые цилиндры.

Пневматический привод не следует применять при скорости шпинделя станка свыше 1000 об/мин.

Гидравлический и электромеханические приводы следует применять на заводах, не имеющих компрессорной установки, а также при скорости шпинделя станка свыше 1000 об/мин.

Для обработки пруткового материала применяют гидравлический привод и электромеханический ключ. В остальных конструкциях приводов допускается лишь обработка деталей в патронах.

Вследствие самоторможения гидравлические и электромеханические приводные механизмы являются более экономичными по сравнению с пневматическими приводами, так как энергия расходуется только в период зажима или освобождения детали. Кроме того, самоторможение обеспечивает безопасность работы на всех режимах обработки.

ДОПУСТИМЫЕ РЕЖИМЫ ОБРАБОТКИ И НАЛАДКА ПАТРОНОВ

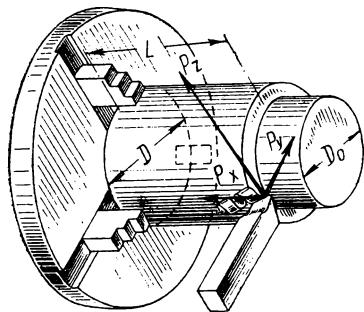
При обработке деталей в токарных патронах большое значение имеют выбор режимов резания с учетом усилий резания и конструкции патрона, а также наладка патронов для центрирования и зажима детали.

СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ В КУЛАЧКОВЫХ ПАТРОНАХ

Токарные патроны должны надежно зажимать обрабатываемую деталь, которая под действием силы резания может быть вырвана из патрона.

В процессе резания на обрабатываемую деталь действуют составляющие силы резания (фиг. 49): вертикальная P_z , осевая P_x и радиальная P_y .

Вертикальная составляющая силы резания P_z создает крутящий момент и стремится повернуть деталь в кулачках. Осевая составляющая силы резания P_x стремится сдвинуть деталь вдоль оси, а составляющая P_y вывернуть деталь из кулачков. Все три составляющие создают опрокидывающие моменты, которые ослабляют крепление детали в патроне.



Фиг. 49. Схема действия сил резания на деталь.

Кроме того, на кулачки патрона действуют инерционные силы из-за неуравновешенности детали. Для надежного закрепления детали в патроне необходимо, чтобы сумма всех сил, приложенных к детали, была бы меньше силы зажима на кулачках патрона.

При закреплении детали в патроне величина требуемой силы зажима кулачков зависит от отношения расстояния L к диаметру D зажимаемой части детали и от отношения диаметра D к диаметру обработки D_0 .

Чем больше отношение $\frac{L}{D}$, тем больше влияние опрокидывающих моментов, а следовательно, больше должна быть сила зажима.

Чем больше отношение $\frac{D}{D_0}$, тем меньше влияние крутящего момента, стремящегося повернуть деталь в патроне. Для надежного закрепления детали в патроне большое значение имеет правильный выбор зажимающих поверхностей кулачков (губок).

Для закрепления детали по обработанным поверхностям применяют кулачки с гладкими губками; коэффициент сцепления μ при этом принимается равным 0,25.

Коэффициент μ можно увеличить, если на губках проточить кольцевые канавки. При этом $\mu = 0,3 \div 0,4$. При наличии кольцевых и продольных канавок на губках $\mu = 0,45 \div 0,5$. Для закрепления деталей по черновым необработанным поверхностям применяют закаленные губки с винтовыми перекрещивающимися канавками, при этом $\mu = 0,8 \div 1,0$.

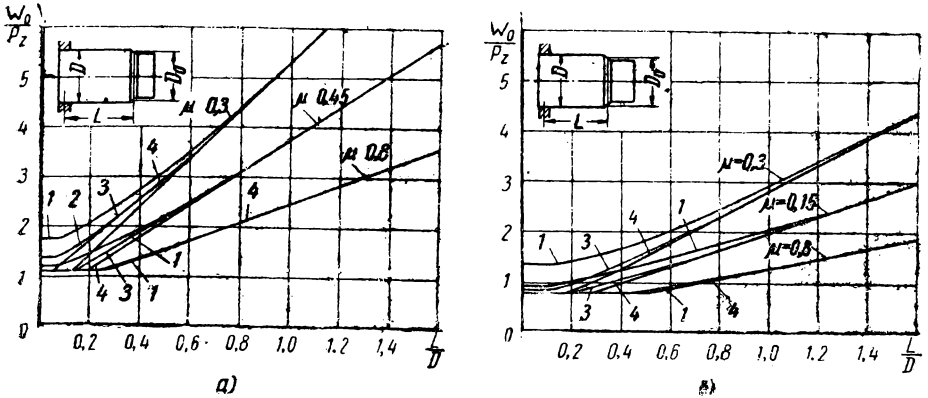
Следует различать исходные силы, приложенные на рукоятке ключа или на штоке привода, и силы зажима на кулачках. При определенной исходной силе, сила зажима зависит от передаточного отношения и к. п. д. зажимного механизма патрона.

Графики (фиг. 50) служат для определения силы W_0 зажима одним кулачком в трех- и четырехкулачковых патронах для случаев зажима детали на малой длине (зажим уступами кулачков) без поджима детали задним центром [5].

Общая сила W кг зажима, определяющая передаваемый патроном крутящий момент, определяется из формулы

$$M = W_0 \cdot \mu \cdot n \cdot \frac{D}{2} = W \mu \frac{D}{2}, \quad (1)$$

где n — число кулачков.



Фиг. 50. Графики для определения силы зажима:

a — в трехкулачковом патроне; b — в четырехкулачковом патроне;

$$1 - \frac{D}{D_0} = 0,6; 2 - \frac{D}{D_0} = 0,8; 3 - \frac{D}{D_0} = 1,0; 4 - \frac{D}{D_0} = 1,4.$$

Графики построены с учетом перераспределения сил между кулачками. При построении графика принято

$$P_x = 0,25 P_z; P_y = 0,5 P_z.$$

При поджиме детали задним центром или при относительно большой длине зажимных поверхностей кулачков сила зажима одним кулачком может быть взята из графиков по горизонтальным участкам кривых (у оси ординат), как минимальное значение для данного μ , или по формуле

$$W_0 = \frac{D_0 \cdot P_z}{D \cdot n \cdot \mu}. \quad (2)$$

Зная требуемую силу зажима на кулачках, можно определить исходную силу, приложенную на рукоятке ключа или на штоке привода.

Силу Q кг на рукоятке ключа для стандартных трехкулачковых спирально-реечных патронов, а также для стандартных четырехкулачковых патронов с независимым перемещением кулачков можно определить по формуле

$$Q = k_1 W_0, \quad (3)$$

где W_0 — сила зажима одним кулачком;

k_1 — коэффициент, учитывающий передаточное отношение из к. п. д. механизма патрона.

Значение коэффициента k_1 (по Решетову) берут из табл. 4.

Таблица 4

Параметры	Патрон							
	Трехкулачковый					Четырехкулачковый		
Диаметр патрона . . .	130	165	240	325	400	300	400	500
Коэффициент k_1 . . .	0,039	0,03	0,026	0,017	0,018	0,033	0,031	0,017

Сила зажима Q , приложенная к рукоятке нормальной длины, меняется для трехкулачковых патронов (в диапазоне диаметров от 100 до 400 мм) от $\frac{W_o}{25}$ — для малых размеров до $\frac{W_o}{60}$ — для больших, а для четырехкулачковых (диаметром 300—500 мм) от $\frac{W_o}{30}$ до $\frac{W_o}{60}$.

Для приводных патронов исходная сила на тяге определяется [1]:

1) Для клиновых патронов (фиг. 14)

$$Q = 3K \left(1 + \frac{3a\mu_1}{h} \right) \operatorname{tg}(\beta + \varphi) W_o,$$

где μ_1 — коэффициент трения на направляющих, $\mu_1 = 0,15$;

φ — угол трения в механизме патрона, $\varphi = \operatorname{arctg} \mu_2$;

μ_2 — коэффициент трения в механизме патрона, $\mu_2 = 0,1$;

K — коэффициент, учитывающий прочие потери на трение в механизме патрона, $K = 1,05$;

β — угол клина механизма;

h — длина направляющей части основного кулачка, соприкасающаяся с корпусом;

a — расстояние от точки приложения силы к кулачку до направляющих;

2) Для рычажных патронов (фиг. 12):

$$Q = 3K \left(1 + \frac{3a\mu_1}{h} \right) \frac{l_1}{l} W_o,$$

где l_1 и l — малое и большое плечи рычага.

ВЫБОР РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ

При назначении режимов резания необходимо учитывать надежность крепления детали в патроне в зависимости от величин сил резания.

В табл. 5 приведены допустимые значения сил резания P_z кг в зависимости от способа зажима детали [7].

Таблица 5

Диаметр патрона в мм	Зажим длинными губками	Сила резания P_z в кг							
		Зажим уступами кулачков							
		Отношение длины вылета L к диаметру D зажимаемой части детали							
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
		В трехкулачковом патроне							
130	420	240	160	125	100	82	70	60	54
165	540	310	210	160	130	105	90	78	70
240	830	470	320	250	200	160	140	120	105
325	1250	720	490	380	300	250	215	185	160
400	1450	850	580	440	360	290	250	215	190
		В четырехкулачковом патроне							
300	1100	770	610	470	380	300	260	225	205
400	1170	810	650	500	405	325	280	240	215
500	2100	1500	1200	925	750	600	520	450	400

Наибольшее влияние на силы резания оказывают глубина резания и величина подачи.

Подачи, допускаемые кулачковыми патронами в зависимости от способа зажима детали и глубины резания при точении стали ($\sigma_s < 80 \text{ кг/см}^2$) приведены в табл. 6, а для чугуна ($H_B < 240$) — в табл. 7.

Допустимые силы резания и подачи приведены в табл. 5, 6 и 7 для случаев, когда диаметр обрабатываемой поверхности D_o равен диаметру зажимаемой части детали D , т. е. $\frac{D_o}{D} = 1$.

С увеличением отношения $\frac{D_o}{D}$ допускаемые силы резания и подачи соответственно уменьшаются и найденные по таблицам значения следует принять с поправочными коэффициентами, приведенными в табл. 8.

Если длинными губками зажимают короткие участки детали (15—20 мм), значения допускаемых сил резания или подач принимают как при зажиме уступами кулачков с учетом отношения $\frac{L}{D}$.

В случае зажима длинными губками цилиндрических деталей при отношении $\frac{L}{D} < 3$ допустимые силы резания и подачи принимаются независимо от длины вылета. Если $\frac{L}{D} > 3$, обрабатываемую деталь следует поджать задним центром.

Определение режимов резания, допускаемых патронами, осуществляют следующим образом: задавшись силой Q , приложенной

		Подача в мм/об										
		Зажим уступами кулачков										
Диаметр патрона в мм	Глубина резания в мм	Зажим длинными губками	Отношение длины вылета детали L к диаметру D зажимаемой части детали									
			0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6		
В трехкулачковом патроне												
130	3	0,7—1,0	0,3—0,45	0,18—0,28	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	0,35—0,5	0,18—0,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
165	3	1,0—1,5	0,45—0,7	0,25—0,4	0,18—0,28	0,14—0,2	—	—	—	—	—	—
	5	0,5—0,8	0,22—0,38	0,15—0,2	—	—	—	—	—	—	—	—
240	3	1,8—3,0	0,72—1,2	0,45—0,7	0,3—0,45	0,25—0,4	0,18—0,28	—	—	—	—	—
	5	0,9—1,3	0,38—0,6	0,22—0,38	0,18—0,25	—	—	—	—	—	—	—
325	3	2,5—4,0	1,2—2,0	0,85—1,4	0,55—0,85	0,45—0,68	0,32—0,5	0,27—0,42	0,2—0,32	0,17—0,28	—	—
	5	1,4—2,0	0,65—1,0	0,42—0,7	0,3—0,45	0,22—0,35	0,18—0,25	—	—	—	—	—
400	3	не лимитируется	1,8—3,0	1,0—1,7	0,65—1,0	0,5—0,8	0,39—0,6	0,32—0,5	0,27—0,42	0,2—0,32	—	—
	5		0,9—1,3	0,52—0,85	0,35—0,55	0,28—0,4	0,2—0,3	0,18—0,25	—	—	—	—
В четырехкулачковом патроне												
300	3	2,2—3,5	1,7—2,3	1,1—1,8	0,72—1,2	0,55—0,85	0,45—0,68	0,33—0,52	0,29—0,47	0,25—0,4	—	—
	5	1,1—1,8	0,8—1,2	0,55—0,9	0,38—0,6	0,3—0,45	0,22—0,35	0,19—0,27	0,15—0,23	—	—	—
400	3	2,5—4,0	1,8—2,6	1,2—1,9	0,85—1,4	0,6—1,0	0,45—0,7	0,39—0,6	0,3—0,5	0,27—0,42	—	—
	5	1,2—2,0	0,85—1,3	0,6—0,95	0,42—0,7	0,3—0,5	0,22—0,38	0,2—0,3	0,16—0,24	—	—	—
500	5	не лимитируется	2,0—2,8	1,3—2,0	0,9—1,5	0,8—1,2	0,55—0,9	0,42—0,7	0,38—0,55	0,32—0,49	—	—
	8		1,0—1,6	0,7—1,0	0,5—0,9	0,4—0,6	0,30—0,45	0,23—0,4	0,19—0,3	0,17—0,26	—	—

Примечание. Большие значения подачи принимать при обработке стали с пределом прочности при растяжении $\sigma_B = 40 \div 50$ кг/мм², меньше — для стали $\sigma_B = 70 \div 80$ кг/мм².

Таблица 7

		Подача в мм/об										
		Зажим уступками кулачков										
Диаметр патрона в мм	Глубина резания в мм	Зажим длинными губками	Отношение длины вылета детали L к диаметру D зажимаемой части детали									
			0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6		
В трехкулачковом патроне												
130	3	1,4—2,2	0,65—0,9	0,35—0,55	0,25—0,4	0,18—0,3	—	—	—	—	—	—
	5	0,7—1,1	0,32—0,45	0,18—0,28	0,14—0,2	0,1—0,19	—	—	—	—	—	—
165	3	2,0—3,0	1,0—1,4	0,5—0,75	0,35—0,55	0,25—0,4	0,18—0,3	—	—	—	—	—
	5	1,0—1,4	0,5—0,7	0,28—0,40	0,18—0,28	0,14—0,2	0,1—0,19	—	—	—	—	—
240	3	3,5—5,0	1,5—2,2	1,0—1,4	0,65—0,9	0,4—0,75	0,35—0,55	0,3—0,42	0,24—0,38	0,18—0,3	—	—
	5	1,9—2,9	0,8—1,2	0,5—0,7	0,32—0,45	0,28—0,40	0,18—0,28	0,17—0,22	—	—	—	—
325	5	3 и выше	1,4—2,1	0,85—1,3	0,55—0,85	0,43—0,65	0,32—0,45	0,30—0,42	0,22—0,32	0,18—0,28	—	—
	8	1,5—2,1	0,7—1,1	0,42—0,65	0,3—0,45	0,22—0,35	0,18—0,25	0,17—0,22	—	—	—	—
400	5	свыше 3,0	1,9—3,0	1,1—1,5	0,8—1,26	0,55—0,85	0,43—0,65	0,32—0,45	0,3—0,42	0,22—0,32	—	—
	8	2,2—3,0	1,0—1,5	0,55—0,85	0,5—0,80	0,29—0,43	0,22—0,35	0,18—0,25	0,17—0,22	—	—	—
В четырехкулачковом патроне												
300	5	2,8—4,0	1,5—2,3	1,2—1,9	0,75—1,3	0,6—0,9	0,43—0,65	0,35—0,5	0,3—0,45	0,25—0,4	—	—
	8	1,4—2,0	0,85—1,3	0,65—1,0	0,4—0,6	0,3—0,48	0,22—0,035	0,19—0,28	0,18—0,25	0,15—0,2	—	—
400	5	3,0—>4,0	1,7—2,7	1,3—2,0	0,9—1,4	0,65—1,0	0,5—0,7	0,38—0,55	0,32—0,5	0,28—0,42	—	—
	8	1,5—2,3	0,95—1,4	0,7—1,1	0,48—0,7	0,35—0,5	0,27—0,4	0,2—0,3	0,18—0,28	0,17—0,22	—	—
500	5	>4,0	свыше 3,0	3,0—4,2	2,0—3,0	1,6—2,2	1,1—1,8	1,0—1,4	0,75—1,2	0,65—1,0	—	—
	8	>4,0	2,1—3,0	1,5—2,1	1,1—1,5	0,8—1,2	0,6—0,9	0,5—0,75	0,40—0,65	0,32—0,5	—	—

Примечание: Большие значения подач принимать при обработке чугуна твердостью $H_B = 140 \div 180$, меньше значения — для чугуна $H_B = 220 \div 240$.

к рукоятке, определяют силу зажима одним кулачком W_0 по формуле (3), затем по графикам (фиг. 50) или по формуле (2) определяют допустимые данным патроном силу резания, которая не должна превышать значений, приведенных в табл. 5.

Т а б л и ц а 8

D_0/D	Поправочные коэффициенты	
	к значениям силы P_z (табл. 5)	к значениям подач (табл. 6 и 7)
1,0	1,0	1,0
1,5	0,67	0,6
2,0	0,5	0,4
3,0	0,33	0,25

Допустимые величины подач определяют по табл. 6 и 7 или по формуле

$$S = \sqrt[0,75]{\frac{P_z}{C_p t}} \text{ мм/об,}$$

де P_z — допустимая сила резания в кг (табл. 5);

t — глубина резания в мм;

C_p — постоянная, зависящая от механических свойств обрабатываемого материала, формы режущего инструмента и т. д. [6].

Если при заданных условиях допустимые патроном силы резания и подачи малы, следует поджать центром обрабатываемую деталь, закрепить деталь по предварительно обработанным взаимноперпендикулярным поверхностям и т. д. В том случае, когда эти мероприятия не дают положительных результатов, следует применить патрон большего размера.

ТОЧНОСТЬ ЦЕНТРИРОВАНИЯ В КУЛАЧКОВЫХ ПАТРОНАХ

Точность центрирования в кулачковом патроне определяется величиной отклонения оси детали, зажатой в патроне от оси шпинделя станка. В самоцентрирующемся патроне точность центрирования зависит от точности механизма патрона.

В патроне с независимым перемещением кулачков точность центрирования зависит от квалификации токаря и точности измерительных инструментов, которыми он пользуется.

В случае неправильного центрирования детали обрабатываемые поверхности получаются несоосными (имеют биение).

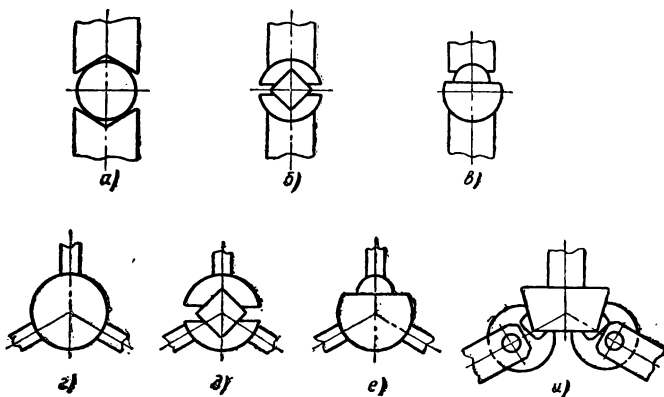
Соосность обрабатываемых поверхностей деталей, для которых регламентированы отклонения от соосности, достигается двумя способами:

1) все поверхности деталей обрабатывают за одну установку. При этом получается максимально возможная соосность, которая не зависит от точности патрона и установки детали;

2) обработку детали ведут от предварительно подготовленных на предыдущих операциях баз, но при этом точность обработки зависит от точности патрона и точности установки детали.

При установке детали в патроне возможны два случая центрирования.

1. **Центрирование в одной плоскости.** Схемы (фиг. 51) показыва-

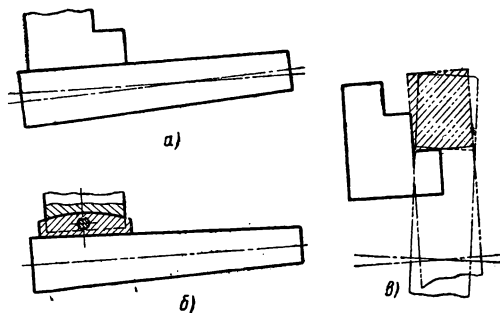


Фиг. 51. Схемы центрирования в плоскости.

ют центрирование в одной плоскости при закреплении детали в двухкулачковом и трехкулачковом самоцентрирующемся патронах.

На фиг. 51, а и г показано обычное центрирование цилиндрической заготовки, на фиг. 51, б и д — центрирование заготовки прямоугольного профиля при помощи разрезной втулки, а на фиг. 51, в и е — центрирование при помощи подкладки под один кулачок. На фиг. 51, и показано центрирование при помощи двух специальных кулачков, имеющих качающиеся на осях губки.

Для точного центрирования цилиндрических деталей в двухкулачковом патроне зажимные поверхности одного или обоих кулачков должны быть выполнены в виде призм, а для центрирования деталей сложной формы один кулачок должен иметь самоустанавливающуюся губку.



Фиг. 52. Схемы центрирования по оси.

Центрирование в четырехкулачковом самоцентрирующемся патроне осуществляется так же, как и в двухкулачковом, но вначале одна пара диаметрально расположенных кулачков центрирует деталь, затем центрирует вторая пара, и только после этого происходит зажим.

2. Центрирование по оси. В этом случае ось изделия совпадает с осью шпинделя станка по всей длине. При этом на точность центрирования, кроме центрирующего механизма патрона, оказывает влияние форма поверхности детали.

Так как губки универсального патрона представляют собой участки цилиндрической поверхности, то при зажиме в обычных кулачках конусный валик (фиг. 52, а) имеет контакт с губками в разных точках, в результате чего ось детали не совпадает с осью патрона.

При изменении конструкции кулачков (фиг. 52, б) контакт происходит по всей поверхности губок, так как качающаяся губка располагается по образующей поверхности детали, в результате чего ось детали совмещается с осью патрона.

При зажиме валов точность торца не влияет на центрирование по оси; при обработке дисков (фиг. 52, в) точность торца существенно влияет на центрирование по оси и поэтому торец должен быть перпендикулярным к оси диска. При установке диска в патрон необходимо прижимать его торец к торцевым поверхностям кулачков.

ПРИМЕРЫ НАЛАДОК САМОЦЕНТРИРУЮЩИХСЯ ПАТРОНОВ

Для правильного центрирования и зажима в патроне (отливок, поковок, штамповок) сложной формы и тонкостенных деталей применяют кулачки с соответствующей формой зажимных поверхностей, а также вспомогательные устройства к патронам.

Изменять форму зажимных поверхностей основных кулачков при обработке различных деталей нецелесообразно, так как кулачки пригоняют к патрону с большой степенью точности, а это затрудняет их изготовление в случае выхода кулачков из строя.

Чтобы увеличить срок службы основных кулачков и сделать патроны более универсальными, применяют дополнительные кулачки, которые крепят к основным.

Для предотвращения радиального и бокового смещения дополнительных кулачков относительно основных применяют два способа соединения:

1) с помощью перпендикулярно расположенных пазов и соответствующих им шипов на сопрягаемых поверхностях, что обеспечивает точное относительное расположение кулачков (при соединении без зазоров); такое сопряжение кулачков применяют, когда требуется повышенная точность центрирования;

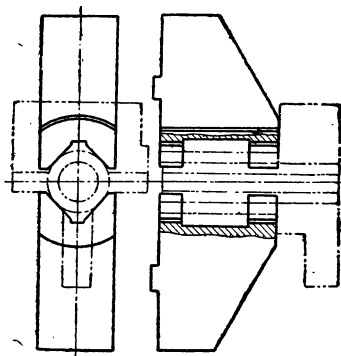
2) с помощью поперечных рифлений, нанесенных на торцах сопрягаемых поверхностей, и продольного паза на основном кулачке, в котором перемещается сухарь, скрепленный с дополнительным кулачком; при такой конструкции можно переставлять дополнительные кулачки относительно основных, что делает патрон более универсальным. Однако при этом уменьшается первоначальная точность патрона и для восстановления ее зажимные поверхности кулачков после каждой перестановки необходимо растачивать. Дополнительные кулачки к основным крепят винтами.

Литая деталь сложной формы (фиг. 53) установлена в двухкулачковом патроне и закреплена длинными призматическими губками по цилиндрической поверхности, причем одна из губок самоустанавливающаяся.

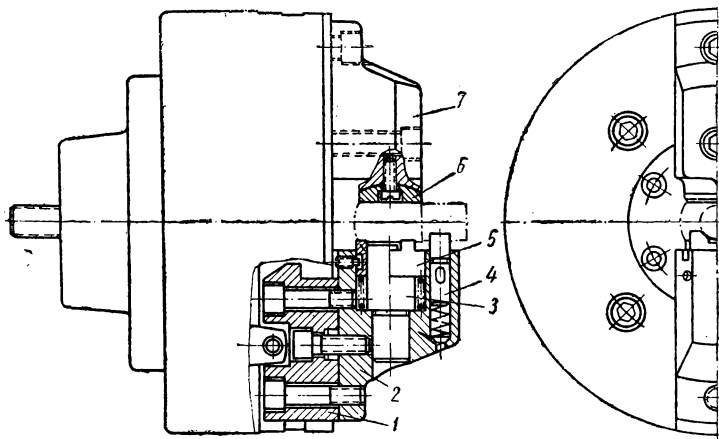
Деталь (фиг. 54) установлена в дополнительных кулачках двухкулачкового патрона и закреплена по двум торцам, сферической и цилиндрической поверхностям.

К основному кулачку 1 тремя винтами укреплен дополнительный кулачок 2. В дополнительный кулачок запрессован палец 3, по которому под действием пружины перемещается втулка 5. Втулка 5 имеет три выступа, внутренние конические поверхности которых центрируют деталь по сферической поверхности, чем достигается установка головки детали вдоль оси. В дополнительном кулачке укреплена самоустанавливающаяся призма 4, которая центрирует вдоль оси цилиндрический хвостовик детали. Зажим детали производится по торцам пальцем 3 и поворотной губкой 6, установленной на дополнительном кулачке 7.

Для зажима деталей с необработанными поверхностями, име-



Фиг. 53. Установка в двухкулачковом патроне литой детали сложной формы.



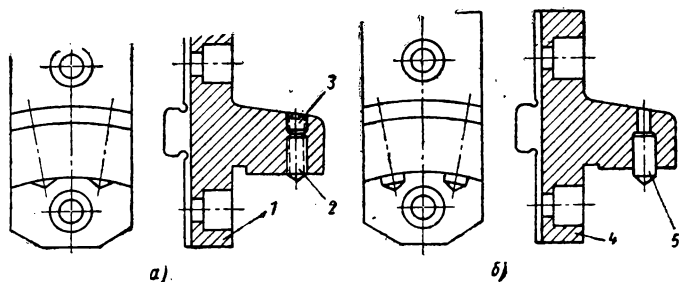
Фиг. 54. Установка в двухкулачковом патроне детали сложной формы.

ющих литейный или штамповочные уклоны, применяют дополнительные кулачки с закаленными штифтами или винтами.

В дополнительном кулачке 1 (фиг. 55, а) обрабатываемую деталь устанавливают до упора в торец и зажимают винтами 2. Для

точной установки детали винты 2 можно регулировать в радиальном направлении, после чего их стопорят винтами 3. Такая конструкция упрощает изготовление кулачка, наладку патрона и дает возможность быстро заменять винты при выходе их из строя.

В дополнительном кулачке 4 (фиг. 55, б) установлены постоян-

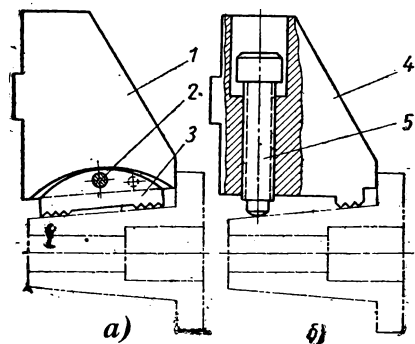


Фиг. 55. Дополнительные кулачки двухкулачкового патрона:

а — с регулируемыми винтами; б — с постоянными штифтами.

ные штифты 5, что исключает возможность перемещения в радиальном направлении, но для этого глубина отверстия под штифты должна быть выдержана точно. Для повышения точности центрирования концы штифтов иногда шлифуют в сборе с патроном.

Закаленные штифты дополнительных кулачков углубляются в зажимаемую деталь, вследствие чего зажимать ими изделие по предварительно обработанным поверхностям не рекомендуется.



Фиг. 56. Дополнительные кулачки для зажима деталей по коническим поверхностям:

а — с качающейся губкой; б — с регулировочным винтом.

При зажиме деталей со штамповочным или литейным уклоном в самоцентрирующем трехкулачковом патроне использовать обычные кулачки не рекомендуется, ввиду ненадежности зажима. Для этого можно применять дополнительные кулачки (фиг. 56).

Кулачок 1 (фиг. 56, а) имеет качающуюся на оси 2 губку 3, которая устанавливается вдоль зажимаемой поверхности.

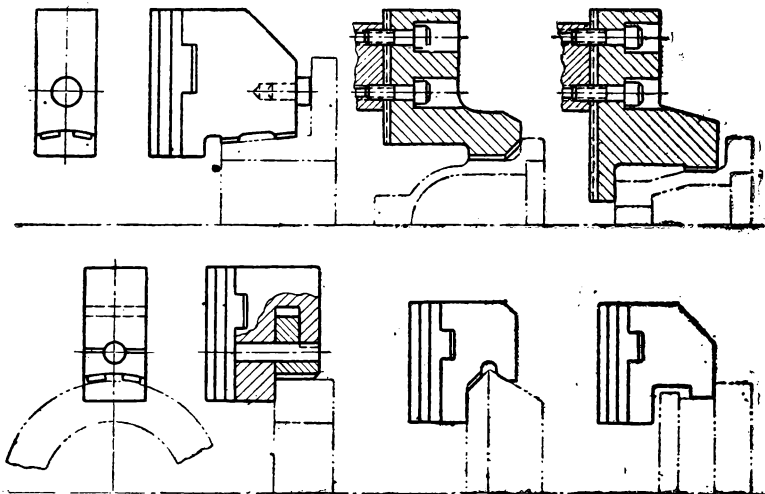
У двух других кулачков губки имеют конусность как у за-

жимаемой поверхности. Зажим детали в этом случае производится в шести точках и точность центрирования определяется расположением зажимных поверхностей жестких кулачков.

В жестком кулачке 4 (фиг. 56, б) с регулировочным винтом 5 можно зажимать детали, несколько отличающиеся по конусности одна от другой вследствие радиального перемещения винта.

Дополнительные кулачки (фиг. 57) также служат для зажима детали сложной формы.

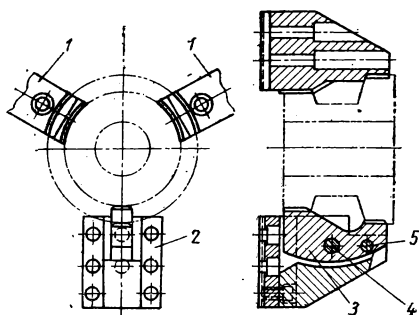
Для зажима деталей ступенчатой формы (фиг. 58) в патроне два дополнительных кулачка 1 сделаны жесткими, а третий кулачок 2 — с качающейся губкой.



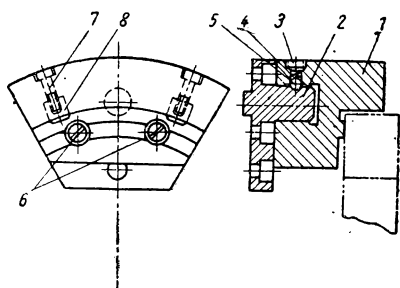
Фиг. 57. Дополнительные кулачки для зажима деталей сложной формы.

В кулачке 2 на оси 4 качается губка 3, которую при растачивании или шлифовании кулачков крепят временным штифтом 5.

Для зажима деталей больших размеров один кулачок выполня-



Фиг. 58. Дополнительные кулачки для зажима деталей ступенчатой формы.

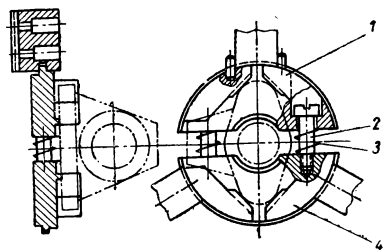


Фиг. 59. Дополнительные кулачки для зажима деталей больших размеров.

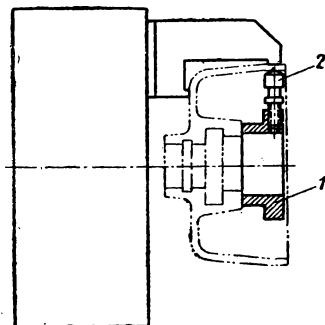
ют жестким, а два — с качающимися губками (фиг. 59). Качающаяся губка 1 центрируется цилиндрическими выступами дополнительного кулачка 2. Углы качения губки ограничивают винты 6. В губке имеется фиксатор, состоящий из шарика 5, пружины 4

и винта 3; фиксатор удерживает губку в положении, симметричном оси рейки. Фиксатором закрепляют также губки при шлифовании зажимных поверхностей.

Для увеличения срока службы губок применяют сменные сухари 8, которые крепят к губкам винтами 7.

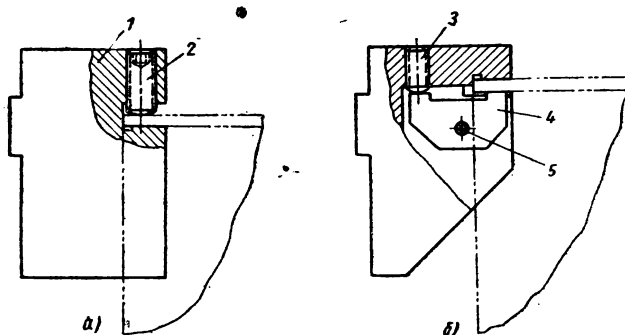


Фиг. 60. Вспомогательное устройство для зажима деталей сложной формы.



Фиг. 61. Вспомогательное устройство, применяющееся для обработки тонкостенных отливок.

Для зажима деталей сложной формы, когда их нельзя непосредственно зажать в патроне, применяют вспомогательные устройства. Например, деталь (фиг. 60) устанавливают в два полукольца 1 и 4, которые соединены винтами 2 с пружинами 3. Пружины

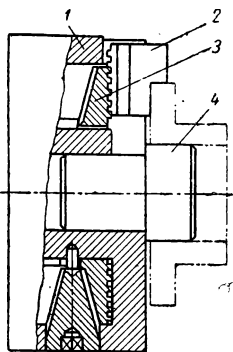


Фиг. 62. Дополнительные кулачки для зажима тонкостенных деталей:

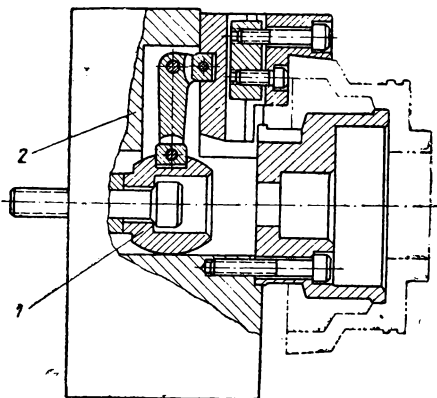
a — центрирование детали по внутренней поверхности; *б* — центрирование детали по наружной поверхности.

служат для разведения полукольца при установке в них детали. В каждом полукольце имеются призмы, которые центрируют и зажимают детали. Деталь вместе с устройством вставляют в расточку дополнительных кулачков.

Вспомогательное устройство (фиг. 61), применяемое при обработке тонкостенных деталей (отливок), предотвращает деформацию детали при зажиме в патроне и состоит из кольца 1 с тремя установочными винтами 2, которые подводятся под кулачки.



Фиг. 63. Трехкулачковый спирально-реечный патрон с плавающими кулачками.



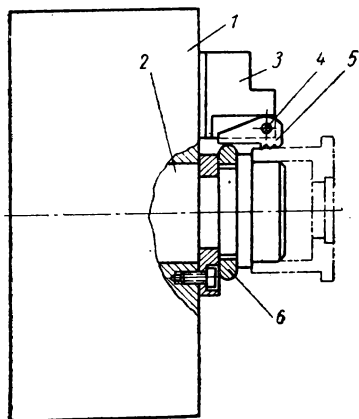
Фиг. 64. Приводные патроны с плавающими кулачками.

При зажиме тонкостенных цилиндрических деталей применяют также специальные дополнительные кулачки.

Кулачки (фиг. 62, а) центрируют деталь по внутренней поверхности. Зажимные поверхности кулачков обточены по наименьшему предельному размеру обрабатываемой детали.

Кулачками 1 центрируют деталь, после чего ее крепят винтами 2.

Кулачки (фиг. 62, б) центрируют деталь по наружной поверхности. Деталь зажимают губкой 4, качающейся на оси 5, и винтом 3. Зажимные поверхности кулачков растачивают в этом случае по наибольшему предельному размеру обрабатываемого изделия.



Фиг. 65. Патроны со специальными плавающими кулачками.

Для точного центрирования деталей по предварительно обработанным базам применяют патроны, в которых операции зажима и центрирования разделены. При этом центрирование производят пальцами (стаканами), жестко связанными с корпусом патрона, а зажим — плавающими кулачками.

Трехкулачковый спирально-реечный патрон (фиг. 63) имеет плавающие кулачки, так как диск 3, на котором укреплены кулачки, установлен в корпус 1 с зазором. Деталь центрируют пальцем 4.

Приводной патрон (фиг. 64) имеет плавающие кулачки вследствие зазора между головкой штока 1 и корпусом 2 патрона.

Существуют конструкции дополнительных плавающих кулачков, при установке которых не нужно изменять механизм патрона.

Например, в корпусе 1 патрона (фиг. 65) запрессован центрирующий палец 2, относительно которого перемещается диск 6. В дополнительных кулачках 3 на осях 4 установлены с зазором качающиеся губки 5, которые при зажиме опираются на дно паза кулачка.

При зажиме одна из губок, соприкоснувшись с деталью, поворачивается и перемещает своим хвостовиком диск 6, который поворачивает две другие губки, обеспечивая равномерный зажим детали.

ТОЧНОСТЬ, ПРОЧНОСТЬ И ЖЕСТКОСТЬ ПАТРОНОВ

Эксплуатационные качества токарных патронов характеризуются точностью, жесткостью, прочностью и износостойкостью.

ТОЧНОСТЬ ПАТРОНА

Точность патрона зависит от точности изготовления центрирующего механизма, точности окончательной обработки зажимных поверхностей кулачков, жесткости деталей патрона и степени износа патрона.

Точность патрона характеризуется точностью перемещения кулачков при закреплении и освобождении детали.

Зажимные поверхности кулачков должны оставаться соосными при перемещении кулачков, а ось их должна совпадать с осью патрона. У получивших наибольшее распространение спирально-реечных патронов это достигается качественным изготовлением спирального диска и реек, а также правильной посадкой диска в корпус патрона.

Отклонение от соосности (эксцентриситет) спирали диска относительно отверстия диска должно быть до 0,03 мм; в противном случае при повороте диска перемещение кулачков в радиальном направлении будет неравномерным.

Посадка диска в корпус осуществляется таким образом, что получается подвижное соединение с минимальным зазором. При наличии большого зазора диск будет плавать, чем нарушается точность патрона.

При длительной эксплуатации патроны изнашиваются и точность их уменьшается. Более других деталей подвержен износу центрирующий механизм (спиральный диск и рейка), воспринимающий большую часть усилий резания при работе и имеющий линейный контакт между зубьями рейки и спиралью. Износ направляющих корпуса и реек приводит к перекосу кулачков, что уменьшает точность патрона.

В патронах с разъемными кулачками причиной снижения точности патронов может быть перестановка кулачков. Поэтому та-

кие патроны используют для черновых операций; при использовании их для чистовых операций после каждой перестановки зажимные поверхности кулачков следует протачивать.

Точность патронов проверяют по ГОСТ 1654-47, предварительно проверив станок или приспособления, на котором установлен патрон согласно пунктов 6, 9 и 10 ГОСТ 42-40.

Если патрон устанавливают на шпиндель станка с помощью переходного фланца, то необходимо доводку посадочных поверхностей фланца производить на этом же станке.

Радиальное и торцевое биение посадочных поверхностей фланца не должны превышать:

при диаметре фланца	до 250 мм	0,01 мм
"	от 250 " до 400 мм	0,015 "
"	свыше 400 "	0,02 "

Патроны проверяют в следующем порядке.

1. Проверяют радиальное биение патрона по наружному диаметру индикатором, измерительный штифт которого касается наружной поверхности патрона при медленном вращении патрона.

Допускаемое радиальное биение 0,06—0,1 мм для различных патронов, предназначенных для работы со скоростью на периферии до 700 м/мин, и 0,04—0,05 мм со скоростью на периферии свыше 700 м/мин.

2. Проверяют радиальное биение оправки при зажиме ее в кулачках патрона большими призмами (для трехкулачковых самоцентрирующих патронов).

Диаметры поверочных оправок приведены ниже.

Диаметры патронов в мм	До 175	175-275	275-350	350-425	Свыше 425
Диаметры оправок в мм	15 30	20 40 65	20 50 65	30 50 80	40 65 100
Расстояние (по длине оправки) от зажимающих кулачков патрона до места определе- ния радиального биения в мм	60-70	70-80	70-80	90-100	90-100

Индикатор устанавливают так, чтобы его измерительный штифт касался поверхности оправки при медленном вращении патрона.

Измерения производят последовательно по оправкам всех диаметров на расстояниях, указанных выше.

Допустимые радиальные биения оправок при проверке спирально-реечных патронов приведены ниже.

Диаметр патрона в мм	До 175	175-275	175-350	Свыше 350
Радиальное биение нулевой шестерни в мм	0,08	0,09	0,1	0,12
Радиальное биение остальных шестерен в мм	0,1	0,12	0,14	0,16

При проверке патронов других конструкций допустимые радиальные биения оправок принимают такие же, как для нулевой шестерни спирально-реечного патрона.

3. Проверяют радиальное биение кольца при зажиме его наружными уступами кулачков патрона (только для цельных кулачков).

Точные кольца последовательно закрепляют по внутреннему диаметру всеми уступами кулачков, обращенными по направлению к периферии патрона.

Индикатор устанавливают так, чтобы его измерительный штифт касался наружной цилиндрической поверхности кольца.

Диаметр отверстия должен быть больше диаметра среднего уступа кулачков, а ширина кольца должна быть не менее 30 мм.

Допустимые радиальные биения колец при проверке спирально-реечных патронов приведены ниже.

Диаметр патрона в мм	До 175	175-275	275-350	Свыше 350
Биение по нулевой шестерне в мм . .	0,13	0,14	0,15	0,16
Биение по остальным шестерням в мм .	0,18	0,19	0,20	0,21

При проверке патронов других конструкций допустимое биение колец принимают такое же, как для нулевой шестерни спирально-реечного патрона.

4. Проверяют радиальное биение кольца при зажиме его внутренними уступами кулачков патрона. Точные кольца последовательно закрепляют по наружному диаметру всеми уступами кулачков, обращенными к оси патрона.

Для проверки среднего и наружного уступов кулачков наружный диаметр кольца должен иметь промежуточное значение между диаметрами этих уступов. Допустимые радиальные биения колец принимают, как указано выше.

5. Проверяют торцевое биение поверхностей кулачков. Индикатор устанавливают так, чтобы его измерительный штифт касался опорных торцов кулачков. Допустимое биение 0,05 мм.

ПРОЧНОСТЬ ПАТРОНА

Прочность патрона определяется прочностью и износостойкостью его деталей. Для длительной и надежной работы патрона необходимо выбирать оптимальные размеры деталей патрона, их материал и термическую обработку.

Прочность патронов с ручным зажимом регламентирована ГОСТ 1654-47, согласно которому проверка патрона на прочность производится обточкой заготовки из стали 45 при режимах, приведенных в табл. 9.

Болванку обтачивают без поджима задним центром.

Приводные патроны рекомендуется испытывать при режимах для усиленных патронов.

После обточки болванки на деталях патрона не должно быть трещин или заметных следов деформаций.

Таблица 9

Параметры	Диаметр патрона в мм								
	До 80	80-110	110-140	140-175	175-225	225-275	275-350	350-425	Свыше 425
Диаметр обрабатываемой болванки в мм	30	40	60	60	100	100	150	180	250
Длина выступающей части болванки в мм	30	40	60	60	100	100	15	180	250
Скорость в м/мин	20	20	20	20	20	20	20	18	18
Нормальные патроны									
Глубина резания в мм	1,5	1,7	1,7	1,9	2,1	2,2	2,6	3	3,3
Подача в мм/об	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,9	1	1,1
Усиленные патроны									
Глубина резания в мм	1,8	2,4	2,4	2,7	2,9	3,1	3,8	4,2	4,7
Подача в мм/об	0,6	0,8	0,8	0,8	1	1	1,2	1,4	1,5

Материалы, применяемые для деталей трехкулачкового спирально-реечного патрона, регламентированы ГОСТ 1654-47 и приведены в табл. 10.

Таблица 10

Деталь	Материал	Твердость
Корпус	Чугун МСЧ 32-52	$H_B = 220 \div 250$
Кулачок	Сталь 45 и 40X	$H_{RC} = 45 \div 50$
Рейка	Сталь 40X	$H_{RC} = 20 \div 25^*$
Диск	Сталь 45	$H_{RC} = 20 \div 25$
Шестерня	Сталь 40X	$H_{RC} = 35 \div 42$
Крышка	Чугун СЧ 21-40	$H_B = 220 \div 250$

*) Зубья рейки и диска при закалке токами высокой частоты должны обладать твердостью $H_{RC} = 42 \div 50$.

Корпусы усиленных патронов рекомендуется изготавливать из стали 40X или 45.

Материалы основных деталей приводных патронов (фиг. 12, 13, 14) указаны в табл. 11.

Патроны, прошедшие испытания на прочность, следует повторно проверить на точность, причем допускается уменьшение точности патрона до 25%.

Таблица 11

Деталь	Материал	Твердость
Корпус	Сталь 40X	$H_{RC} = 35 \div 42$
	Сталь 45	$H_{RC} = 20 \div 28$
Кулачок основной . .	Сталь 20X	Цементованный $H_{RC} = 56 \div 62$
Рычаг	Сталь 45	$H_{RC} = 40 \div 50$
Головка штока	Сталь 20X	Цементованная $H_{RC} = 56 \div 62$
	Сталь 40X	$H_{RC} = 50 \div 55$
Сухарь	Сталь 45	$H_{RC} = 18 \div 22$
Кулачок дополнительный	Сталь 45	$H_{RC} = 18 \div 22$

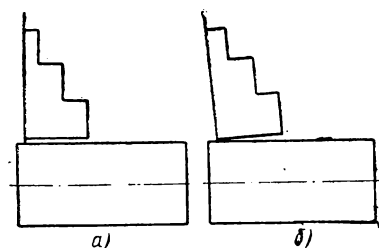
Кроме того, патроны можно испытать на разрушение или на вырыв болванки из кулачков, что допускается только при режимах, превышающих режимы обычных испытаний в 1,6 раза.

ЖЕСТКОСТЬ ПАТРОНА

Жесткость патрона является одним из показателей, характеризующих работу патрона. От жесткости патрона зависят стабильность обработки в патроне и чистота обработанной поверхности.

Различают два вида жесткости: в момент зажима детали и при обработке детали.

Жесткость патрона в момент зажима детали определяется отношением радиальной силы, приложенной к зажимной поверхности кулачка, к величине перемещения этой поверхности в направлении действия силы. Жесткость патрона при обработке детали определяется отношением радиальной силы, приложенной к детали в месте обработки, к величине перемещения



Фиг. 66. Положение кулачка относительно зажимаемой детали: а — до зажима; б — после зажима.

детали (вследствие деформации патрона) в направлении действия силы.

Величина жесткости патрона в процессе зажима детали меняется вследствие деформации патрона (выпучивание передней

стенки корпуса и смещение кулачков). Поэтому может оказаться невозможным работать по упорам при точной обработке деталей, так как деталь перемещается в осевом направлении. Перемещение детали будет различным в зависимости от прилагаемого крутящего момента на ключ патрона или тягового усилия привода. Кроме того, после зажима кулачки зажимают деталь не всей плоскостью призм, а только одним ее краем (фиг. 66, б), тогда как до зажима передняя стенка была перпендикулярна оси шпинделя станка (фиг. 66, а).

Вследствие изменения положения кулачка относительно обрабатываемой детали в момент зажима необходимо снижать режимы на обработку, так как деталь может повернуться в кулачках в результате уменьшения трения в кулачках;

2) необходимо устанавливать достаточные припуски на последующую обработку для снятия рисок, остающихся от зажима детали, острыми кромками призм кулачков.

Изменение жесткости патрона в результате зажима детали также неблагоприятно влияет на точность обработки, когда деталь зажимают по предварительно обработанным поверхностям.

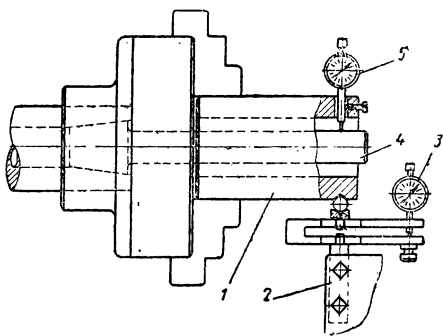
Жесткость патрона в основном зависит от жесткости корпуса и центрирующего механизма. Экспериментальным научно-исследовательским институтом металлорежущих станков (ЭНИМС) был произведен расчет жесткости спирально-реечного патрона. Было установлено, что если принять полное радиальное перемещение конца кулачка патрона в месте зажима за 100%, то 59% приходится на перемещение кулачка вследствие изгиба корпуса патрона, 15% деформации нарезки кулачка и спирального диска, а оставшиеся 26% распределяются между другими видами деформации (при расчете кулачок принимался целым).

Приведенные данные расчета подтверждают, что жесткость патрона зависит в основном от жесткости передней стенки корпуса, на которую падает 80% жесткости корпуса.

Кроме того, на жесткость патрона влияет крепление патрона к переходному фланцу и посадка переходного фланца на шпиндель станка. Наиболее жестким является крепление патрона без переходного фланца, непосредственно на конец шпинделя.

Жесткость проверяют с помощью прибора, показанного на фиг. 67.

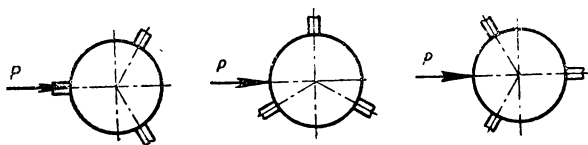
В больших призмах кулачков патрона зажата жесткая стальная труба 1. При поперечном перемещении суппорта 2 к трубе на опре-



Фиг. 67. Принципиальная схема прибора для проверки жесткости патрона.

деленном расстоянии от кулачков прилагается радиальная сила P , измеряемая динамометром 3. Силу P можно произвольно изменять.

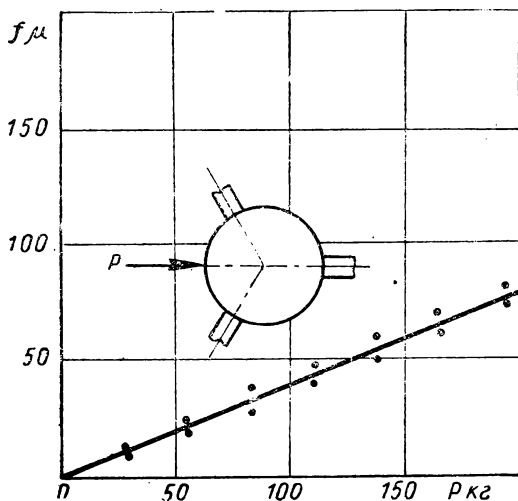
Индикатор 5, укрепленный в трубе на диаметрально противоположной стороне относительно точки приложения силы, упирается ножкой в оправку 4, вставленную в шпиндель станка. Индикатор измеряет отклонение трубы относительно оправки.



Фиг. 68. Схемы приложения силы при проверке патрона на жесткость.

Оправка 4 укреплена в шпинделе, чтобы исключить влияние жесткости станка на показания индикатора.

Зная характер изменения силы P (P_1 ; P_2 ; P_3 и т. д.) и отклонения стрелки индикатора, вызванные этими силами, строят график жесткости. Для этого по оси абсцисс откладывают нагрузки P_1 ; P_2 ; P_3 и т. д., а по оси ординат — отклонения трубы, соответствующие



Фиг. 69. График жесткости эталонного патрона.

этим нагрузкам. Для трехкулачковых патронов жесткость проверяют три раза (фиг. 68).

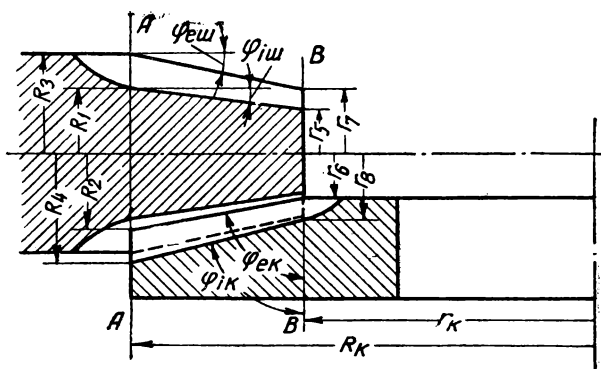
Кривые жесткости испытываемого патрона наносят на графики жесткости эталонного патрона (фиг. 69). Из рассмотрения этих совмещенных графиков легко сделать заключение о жесткости испытываемого образца.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ТРЕХКУЛАЧКОВЫХ СПИРАЛЬНО-РЕЕЧНЫХ ПАТРОНОВ

ПРОФИЛИРОВАНИЕ ЗУБЧАТОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ

Конические зубчатые передачи спирально-реечных патронов должны иметь зубья повышенной прочности, удовлетворительное расположение зоны касания на сопряженных поверхностях (не менее чем на $\frac{1}{3}$ длины зуба) и не должны заклиниваться.

К этим передачам не предъявляют особых требований в отношении постоянства передаточных чисел и точности изготовления. Конические колеса патронов нельзя нарезать на обычных зубостругальных станках по методу обкатки, так как при этом зубья



Фиг. 70. Осевое сечение передачи.

малой шестерни получают недостаточно прочными из-за наличия канавки, необходимой для выхода резца.

Конические колеса изготавливают фрезерованием всей впадины специальными дисковыми фрезами по методу деления на горизонтально-фрезерном станке. Ниже приводится метод расчета и графическое построение конической передачи патронов и метод профилирования специальных фрез для их нарезания.

Расчет передачи ведется для сечения AA и BB (фиг. 70), перпендикулярных оси шерстерни; такой способ значительно упрощает проектирование передачи.

Обозначения, относящиеся к сечению AA , указаны прописными буквами, к сечению BB —строчными.

Меньшее из двух сопряженных зубчатых колес в передаче называется шестерней, большее—колесом.

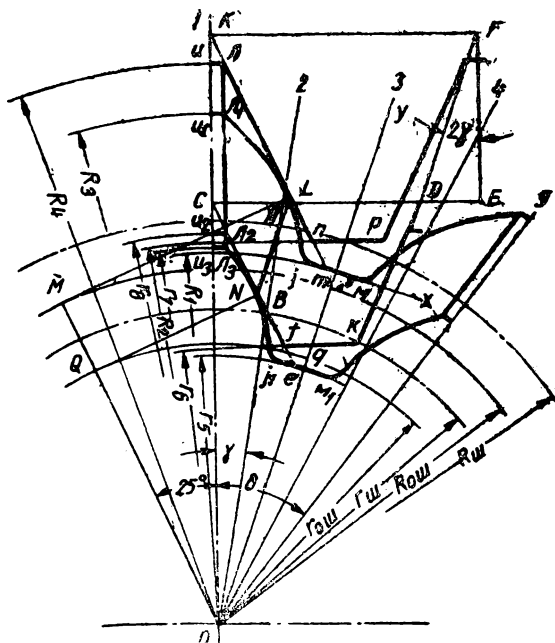
Исходными данными для проектирования являются (фиг. 70 и 71):

- 1) диаметры делительных окружностей колеса D_k и шестерни $d_{ш}$;
- 2) число зубьев колеса z_k ;
- 3) число зубьев шестерни $z_{ш}$.

Диаметр делительной окружности D_k определяют с учетом назначения и габаритов патрона; диаметр делительной окружности d_k определяют в зависимости от D_k по эмпирической формуле

$$d_k = (0,75 \div 0,85) D_k.$$

Число зубьев шестерни $z_{ш}$ обычно принимают равным 9 при $D_k > 250$ мм и $z_{ш} = 10$ при $D_k < 250$ мм.



Фиг. 71. Построение профиля зуба в сечениях AA и BB .

Расчет и проектирование передачи состоит из следующих этапов: а) общий расчет; б) графическое построение профилей зубьев шестерни и колеса; в) построение осевого сечения передачи; г) построение профиля дисковой фрезы для нарезания колеса; д) построение профиля дисковой фрезы для нарезания шестерни.

Общий расчет

1. Угол начального конуса шестерни

$$\operatorname{tg} \varphi_{ш} = \frac{z_{ш}}{z_k}.$$

2. Радиус делительной окружности колеса в сечении AA

$$R_k = 0,5 D_k.$$

3. Радиус делительной окружности шестерни в сечении AA

$$R_{ш} = R_{к} \operatorname{tg} \varphi_{ш}.$$

4. Радиус окружности колеса в сечении BB

$$r_{к} = 0,5 \cdot d_{к}.$$

5. Радиус делительной окружности шестерни в сечении BB

$$r_{ш} = r_{к} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{ш}.$$

6. Шаг в сечении AA

$$T = \frac{\pi D_{к}}{z_{к}}.$$

7. Шаг в сечении BB

$$t = \frac{\pi d_{к}}{z_{к}}.$$

Передаточное отношение конических передач в патронах может колебаться от $i=4$ до $i=10$ ($i = \frac{z_{к}}{z_{ш}}$). При этом профиль зубьев колеса на развертке дополнительного конуса почти прямолинейный. Поэтому для упрощения конструкции дисковые фрезы для нарезания колес делают с прямолинейными режущими кромками; возникающую при этом погрешность учитывают при проектировании передачи и построении профиля зуба шестерни.

Профили зубьев колеса на развертке цилиндров диаметром $D_{к}$ и $d_{к}$ представляют собой прямобочные рейки с углом контура 25° и соответственно шагом T и t .

Графический расчет

Построение профиля зубьев шестерни и колеса производят обычно в масштабе $20:1$ в такой последовательности (фиг. 71):

1. Проводят из центра O две окружности радиуса $R_{ш}$ и $r_{ш}$.

2. Угол зуба δ делят на четыре части $\gamma = \frac{\delta}{4} = \frac{360}{4z_{ш}}$ и проводят из центра O лучи 0-1, 0-2, 0-3, 0-4 и 0-5.

3. Отмечают точки A и B , в которых луч 0-2 пересекает окружности $R_{ш}$ и $r_{ш}$.

4. Через точку B проводят под углом 25° к лучу 0-1 боковую сторону зуба колеса в сечении BB и находят точку C на луче 0-1.

5. Через точку C проводят линию, перпендикулярную лучу 0-1, и откладывают на ней отрезки $CD=t$ и $CE=T$.

6. На отрезке $DE=T-t$ строят прямоугольный треугольник DEF , у которого угол DFE равен 2γ .

7. Из точки F опускают перпендикуляр на луч 0-1 и через точку пересечения K проводят под углом 25° к лучу 0-1 боковую сторону зуба колеса в сечении AA .

8. Через точку A проводят линию, параллельную лучу 0-3, находят точки N и L , где прямая NL пересекает боковые стороны зубьев колеса в расчетных сечениях.

9. В точках N и L восстанавливают перпендикуляры к боковым сторонам зубьев колеса и проводят к ним из центра O касательные окружности $r_{o.ш.}$ и $R_{o.ш.}$. Эти окружности принимают за основные, а линии LM и NQ — за линии зацепления.

10. Развертыванием основных окружностей строят эвольвентные профили боковых сторон зубьев шестерни для сечений AA и BB . Кривизна профиля ножки зуба шестерни в сечении AA такая же, как в сечении BB ; расположение профиля ножки относительно линии зацепления в сечениях AA и BB тождественно. Профиль головки зуба шестерни в сечении AA является исходным при профилировании головки зуба в сечении BB . При таком методе профилирования можно обрабатывать обе стороны впадины одновременно. Участки поверхности зуба имеют одинаковую кривизну в точках, равноудаленных от прямой NL , которая является границей между головкой и ножкой. При описанном выше методе профилирования устраняется опасность заклинивания зубьев.

11. Дно впадины зуба шестерни ограничивается прямой, перпендикулярной к лучу 0-3 и проходящей ниже точки на величину радиального зазора, который равен $0,07 t$.

Точка q образуется пересечением луча 0-3 с основной окружностью в сечении BB . Боковую сторону зуба колеса в сечении BB продолжают до пересечения с дном впадины в точке e . На прямой KL откладывают отрезок $Lm = Ne$ и через точку m проводят перпендикуляр к лучу 0-3, образуя при этом дно впадины шестерни в сечении AA , которая при таком построении будет иметь постоянную ширину $iM = iM_1$.

12. Головка зуба колеса в сечении BB ограничивается прямой fk , которая должна проходить так, чтобы обеспечить радиальный зазор и отсутствие заклинивания зубьев. Второе условие выполняется, когда прямая fk проходит выше точки q .

Головка зуба колеса в сечении AA ограничивается прямой, перпендикулярной лучу 0-1 при условии $fk = np$.

13. Дно впадины колеса должно быть постоянно по ширине для всей длины зуба. Линии пересечения боковых поверхностей зубьев и дна впадины должны быть параллельны лучу 0-1. Линия $ЛЛ_3$ проходит так, что образует радиальный зазор $Л_2Л_3$. Головка зуба шестерни ограничивается прямой, которая обеспечивает равенство ширины впадины колеса и толщины головки шестерни.

Построение осевого сечения передачи

Осевое сечение строят на основании построения профилей в сечениях AA и BB . Соответствие расчетных и осевого сечений определяется размерами R_k, R_1, R_2, r_5 и т. д. Углы наружных

и внутренних конусов шестерни и колеса определяют по формулам

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi_{esh} &= \frac{R_3 - r_7}{(R_k - r_k) M}, \\ \operatorname{tg} \varphi_{ish} &= \frac{R_1 - r_5}{(R_k - r_k) M}, \\ \operatorname{ctg} \varphi_{ek} &= \frac{(R_k - r_k) M}{R_2 - r_6}, \\ \operatorname{ctg} \varphi_{ik} &= \frac{(R_k - r_k) M}{(R_4 - r_8)}, \end{aligned}$$

где φ_{esh} — угол наружного конуса шестерни;
 φ_{ish} — угол внутреннего конуса шестерни;
 φ_{ek} — угол наружного конуса колеса;
 φ_{ik} — угол внутреннего конуса колеса;
 M — масштаб построения.

Рабочие чертежи шестерни и колеса разрабатывают на основании осевого сечения передачи.

Построение профиля дисковой фрезы для нарезания колеса

Для нарезания колеса применяют дисковую фрезу с прямолинейными режущими кромками; размеры фрезы выбирают в соответствии с конструкцией колеса. В расчетных сечениях AA и BB был принят профиль прямоочной рейки с углом зацепления $\alpha = 25^\circ$. Так как при обработке впадины колеса фреза движется параллельно образующей внутреннего конуса, то угол α_1 профиля фрезы определяют по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi_{ik}}.$$

Угол α_1 является исходным при проектировании фрез. Длина режущей кромки, которая обрабатывает дно впадины, равна $2 \bar{и}л.$

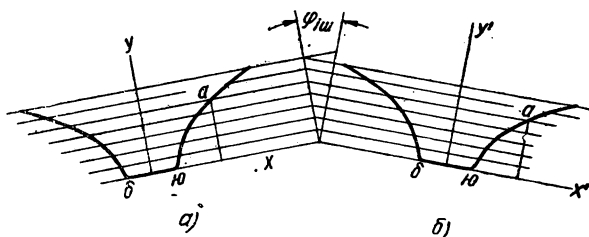
Построение профиля дисковой фрезы для нарезания шестерни

Профиль впадины зуба шестерни в сечении AA является расчетным профилем и его необходимо корректировать, так как фреза при обработке впадины движется параллельно образующей внутреннего конуса. Положения точек профиля по оси Y (фиг. 72) в расчетном сечении AA при переходе в другую плоскость изменяются, а по оси X остаются без изменения

$$\begin{aligned} X' &= X, \\ Y' &= Y \cos \varphi_{ish}, \end{aligned}$$

где X' и Y' — координаты точек исходного профиля фрезы для нарезания шестерни;

X и Y — координаты точек профиля впадины в сечении AA .
 Корректированный расчетный профиль является исходным при проектировании специальной фасонной дисковой фрезы. Длина режущей кромки, обрабатывающей дно впадины, равна jM .



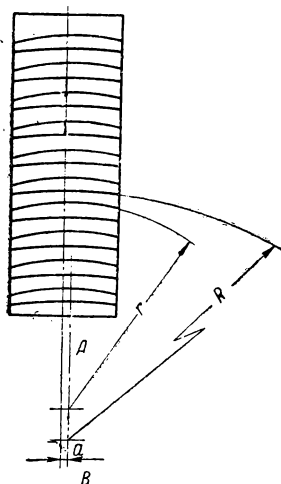
Фиг. 72. Построение профиля дисковой фрезы:

a — профиль впадины шестерни в сечении AA ; $б$ — корректированный расчетный профиль впадины-шестерни.

Размеры дисковых фрез выбирают в соответствии с конструкцией шестерни и колеса; диаметры фрез желательно выбирать наибольшими. Для повышения прочности зубьев, а также стойкости инструмента вершины фрезы следует скруглить радиусом 0,4—0,6 мм.

ПОСТРОЕНИЕ ПРОФИЛЯ ЗУБА РЕЙКИ

Профиль зуба теоретической рейки должен быть выполнен по участку спирали Архимеда, центр которой лежит на оси симметрии рейки. Ввиду особенности зацепления зуба рейки со спиралью диска (при работе патрона зуб рейки проходит по всей длине спирали диска) и трудности получения участка спирали Архимеда на зубе рейки, профиль зуба рейки строят так, что все зубья имеют одинаковый профиль, очерченный дугами двух окружностей радиусов R и r (фиг. 73). Центры окружностей радиусов R и r лежат на линии AB , которая параллельна осевой линии рейки и отстоит от нее на величину $a = \frac{t}{2\pi}$, где t — шаг спирали. Смещение центров окружностей радиусов R и r относительно осевой линии рейки предотвращает заклинивание зубьев рейки в спирали диска.



Фиг. 73. Профиль зубьев рейки.

Для возможности перемещения рейки в радиальном направлении радиусы R и r выбирают с учетом следующих соображений:

1) радиус R , как радиус дуги описанной окружности, должен быть больше радиуса наружной окружности диска $\frac{D}{2}$, т. е.

$$R = \frac{D}{2} + (5 \div 15) \text{ мм};$$

2) радиус r , как радиус дуги вписанной окружности, должен быть меньше радиуса отверстия диска $\frac{d}{2}$, т. е.

$$r = \frac{d}{2} - (3 \div 8) \text{ мм}.$$

ИЗГОТОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ ТРЕХКУЛАЧКОВЫХ СПИРАЛЬНО-РЕЕЧНЫХ САМОЦЕНТРИРУЮЩИХСЯ ТОКАРНЫХ ПАТРОНОВ

Технология обработки и сборки патронов имеет особенности, вытекающие из необходимости выполнения основных требований, предъявляемых к патронам: точность центрирования зажимаемых деталей, износостойкость патронов и легкость работы с патроном.

Ремонт патронов сводится обычно к замене пришедших в негодность деталей новыми.

В данном разделе рассмотрены только основные вопросы, связанные с изготовлением и ремонтом патронов.

ОБРАБОТКА КОРПУСА

При обработке корпуса (фиг. 74) необходимо выполнить следующие требования:

1) относительное биение поверхности A под переходной фланец B — под спиральный диск и B — контрольного пояса допускается не более $0,02 \text{ мм}$;

2) смещение радиальных пазов относительно оси центрального отверстия должно быть не более $0,1 \text{ мм}$;

3) взаимное смещение шипов D — $0,05 \text{ мм}$;

4) непараллельность шипа к торцу E — $0,2 \text{ мм}$;

5) смещение отверстий Γ под шестерни относительно оси корпуса — $0,15 \text{ мм}$;

6) биение наружного диаметра корпуса относительно оси патрона не более $0,06 \text{ мм}$;

7) все посадочные отверстия и пазы выполняются по 2-му классу точности. Поверхность B обрабатывают под плотную посадку.

Для выполнения пункта 1 поверхности A , B и B обрабатывают за одну установку. Одновременно по 2-му классу точности обрабатывают центральное отверстие, которое при дальнейшей обработке корпуса используют как технологическую базу. В этой операции также подрезают торец E .

Выполнение п. п. 2, 3 и 4 осуществляется за три операции.

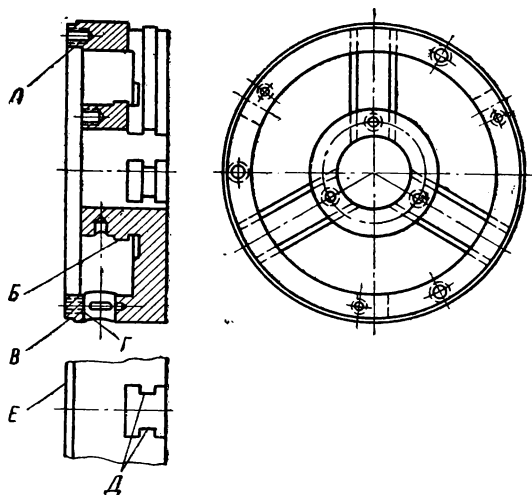
Первая операция — предварительная обработка пазов дисковыми фрезами на горизонтально-фрезерном станке.

Вторая операция — чистовое фрезерование Т-образных пазов на вертикально-фрезерном станке.

Базами при этих операциях служат центральное отверстие и торец *Е*. Деление производят при помощи поворотного стола.

Третья операция — прошивание пазов под прессом.

Для нормального зацепления зубьев шестерни и диска нужно правильно располагать отверстия под шестерни относительно дна и оси корпуса (п. 5). Отверстие под шейку и под хвостовик шестерни обрабатывают за одну установку, чем обеспечивается их соосность. При обработке отверстий под шестерни базирование производят по центральному отверстию и дну корпуса, а фиксирование



Фиг. 74. Корпус патрона.

по радиальному пазу, что обеспечивает не только выполнение всех указанных требований, но и точное расположение отверстия относительно пазов.

Обработку производят на сверлильном станке.

Для выполнения пункта б детали обрабатывают на круглошлифовальном станке при базировании корпуса на центральной оправке по центральному отверстию, или на токарном станке с установкой корпуса на планшайбу и выверкой по контрольному пояску с точностью до 0,02 мм.

ОБРАБОТКА РЕЕК (КУЛАЧКОВ)

Для плавного перемещения рейки в радиальных пазах корпуса патрона, взаимное смещение боковых пазов *А* и *Б* рейки (фиг. 75) не должно превышать 0,05 мм. Это требование обеспечивается следующей технологией обработки:

1) фрезерование бокового паза *А* с базированием по плоскости *В* зубьев рейки;

2) фрезерование бокового паза *Б* с базированием по боковому пазу *А*. Фрезерование ведут с припуском под шлифование, которое производят после термической обработки.

Можно также после фрезерования одновременно прошивать два паза до термической обработки и после нее.

При изготовлении больших партий токарных патронов пазы следует протягивать.

Одним из наиболее трудоемких мест при изготовлении реек (кулачков) является нарезание зубьев.

Зубья рейки должны быть выполнены по профилю, представляющему собой участки дуг окружностей радиусов R и r (фиг. 75).

Зубья рейки одного комплекта токарного самоцентрирующего патрона имеют относительное смещение на $\frac{1}{3}$ шага, что обусловлено способом их зацепления со спиральным диском. Рейки соответственно нумеруют 1, 2, 3.

Нарезание реек (кулачков) осуществляют двумя методами: методом деления и методом непрерывного фрезерования.

По методу деления каждый зуб нарезают отдельно резцовой головкой на горизонтально-фрезерном, токарном или револьверном станках.

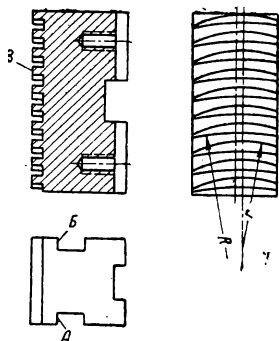
На корпусе 1 резцовой головки (фиг. 76) установлены резцы по двум концентрическим окружностям. Резцы, расположенные по окружности большого радиуса, прорезают канавки и одновременно окончательно обрабатывают поверхность радиуса R . Резцы, расположенные по окружности малого радиуса, обрабатывают поверхности радиуса r . На окружности большого и малого радиусов установлено по 12 резцов: 11 канавочных и один фасочный резец 15.

Резцы представляют собой плоские пластинки. Углы резцов выбирают так, чтобы боковые поверхности резца не касались зуба рейки. Резцы с двумя вкладышами 5 установлены во втулках 10, которые запрессованы в корпус 4.

Резцы большого радиуса R крепят винтами 3, а малого радиуса r — винтами 3 через штифты 11.

Вылет резцов относительно переднего торца корпуса регулируют винтами 2, которые установлены в пробках 1, ввернутых в корпус. В корпус вставлен съемный конус 7, который подбирают по шпинделю станка. Винты 6 предотвращают провертывание конуса относительно корпуса. В корпусе установлено устройство, состоящее из втулки 8, винта 9, пружины 12 и втулки 13 со стопорным винтом 14, служащее для точной установки резцов по окружностям R и r . Вылет резцов, одинаковый для всех, выбирают в зависимости от глубины зуба рейки плюс 2—3 мм. Для проверки вылета резцов пользуются обычной поверочной плитой и мерными подкладками.

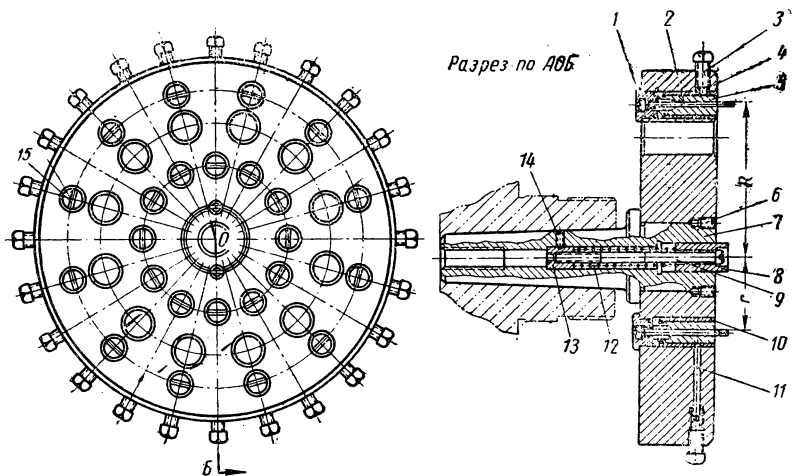
Регулировку производят следующим образом: корпус передним торцом устанавливают на мерных подкладках на плите, ослабляют



Фиг. 75. Рейка.

винты 3, винтами 2 резцы подаются до упора в плиту, после чего винтами 3 резцы слегка закрепляют для предохранения их от выпадания при перевертывании головки для установки резцов по окружности D и r . Затем головку устанавливают в тиски передним торцом кверху и на втулку 8 надевают шаблон, при помощи которого резцы точно устанавливают по окружностям R и r .

Резец должен быть установлен так, чтобы его плоскость оказалась перпендикулярной к радиусу, проведенному из центра конуса через ось отверстия, в котором во вкладышах установлен резец.



Фиг. 76. Резцовая головка для нарезки реек.

После установки по радиусам резцы окончательно закрепляют, и головка готова к эксплуатации.

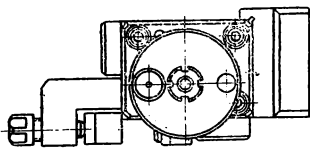
Детали резцовой головки изготовляют из обычных конструкционных сталей, а резцы в зависимости от условий работы — из стали Р18 или другой инструментальной стали.

Резцовую головку устанавливают на шпинделе станка, а нарезаемые рейки — в приспособление, которое крепят на столе горизонтально-фрезерного станка, суппорте токарного или револьверного станков.

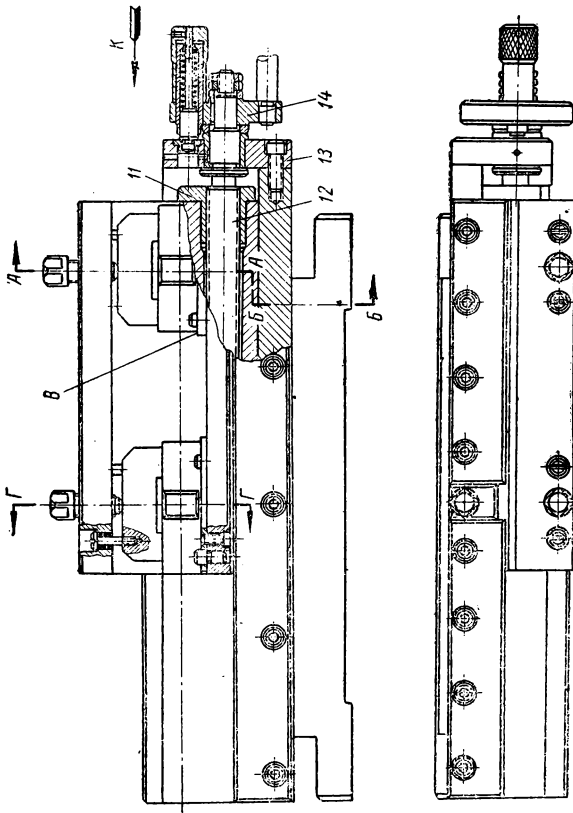
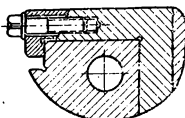
В приспособлении (фиг. 77) одновременно обрабатывают две рейки одного номера.

Установочной базой является плоскость B , направляющей базой — два штифта 6, опорной базой — сменный фиксатор 7. Сменные фиксаторы 7 выполнены так, что зубья реек получаются со смещением по шагу. Фиксатор вставляют в поперечный паз рейки, которую вместе с фиксатором устанавливают в приспособление. Приспособление представляет собой плиту 1, на которой установлен угольник 3, прикрепленный к плите винтами 2. По угольнику перемещается ползун 4, который сбоку и сверху удерживается от смещения направляющими планками 10 и 5. Ползун перемещают с по-

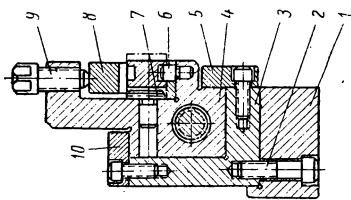
Вид по стрелке К



Разрез по ГГ



Разрез по АА-бб



Фиг. 77. Приспособление для установки реек.

мощью винта 12 и гайки 11. Винт закреплен одним концом в крышке 13, прикрепленной к угольнику 3. На конце винта имеется диск 14 с фиксатором. Шаг винта равен шагу нарезаемой рейки и его выбирают в зависимости от диаметра патрона.

Диаметр патрона в мм . . .	80	100 и 130	165 и 200	240	325	400
Шаг винта	4	6	8	9,52	11,11	12

С помощью винта ползун смещают перпендикулярно оси резцовой головки на величину шага рейки, после чего фиксатором закрепляют ползун в соответствующем положении. Рейки закрепляют в ползуне качающимися прихватами 8 и винтами 9. Приспособление должно быть установлено на столе так, чтобы ось рейки была смещена относительно оси вращающейся головки в вертикальном направлении на величину a (фиг. 73).

Для нарезания зубьев рейки устанавливают в приспособлении, причем ползун находится в крайнем правом положении. Перемещая стол (суппорт) станка, подают деталь к головке до нарезания полной глубины зуба, затем стол станка отводят от головки, вращением винта 12 приспособления производят деление на шаг, и цикл повторяется. После полного прорезания пазов двух реек винтом 12 ползун приспособления отводят в исходное положение. Изложенный выше метод может найти самое широкое применение при ремонте токарных самоцентрирующихся патронов, а также при их единичном производстве.

При мелкосерийном и серийном производствах более производительным и более точным является метод непрерывного фрезерования.

По этому методу за одну установку нарезают комплект из трех реек.

Резцовая головка вращается, а изделие движется поступательно, причем за один оборот головки изделие перемещается на шаг.

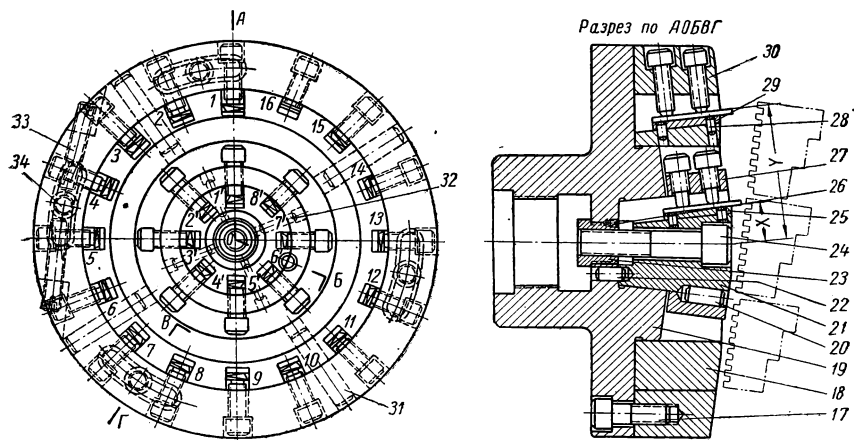
Для непрерывного фрезерования направление подачи изделия осуществляют под углом к оси вращения резцовой головки. Резцы расположены в корпусе резцовой головки по спирали, шаг которой равен шагу нарезаемой рейки, что дает возможность получить правильную форму зуба рейки, без смещения оси детали относительно оси вращения головки, и обеспечить непрерывное фрезерование (фиг. 78).

Головка выполнена в виде усеченного конуса, перпендикулярно образующей которого расположены резцы. Угол конуса выбирают так, чтобы резцы, не участвующие в данный момент в резании, не врезались в деталь.

Конструкция резцовой головки представляет собой следующее: На планшайбе 19 установлены две головки: наружная, образующая в нарезаемой рейке поверхность радиуса R , и внутренняя, образующая поверхность радиуса r .

Наружная головка состоит из корпуса 18 и кольца 30, жестко скрепленных четырьмя штифтами 31. В корпусе 18 прорезаны шестнадцать прямоугольных пазов, которые расположены по спирали. В пазах укреплены штифтами 28 подкладки 29, которые предназна-

чены для точной установки резцов в строго определенном положении по спирали (без дополнительной выверки) при сборке и эксплуатации резцовой головки. На подкладках установлены шестнадцать резцов: 15 канавочных для прорезания пазов и одновременной обработки их по дуге большого радиуса и один фасочный для снятия фасок на поверхностях большого и малого радиуса. В пазу каждый резец закреплен двумя винтами. К планшайбе наружная головка прикреплена тремя винтами 17. Внутренняя головка состоит из корпуса 21 и втулки 27, которые жестко соединены четырьмя штифтами 32 и штифтом 20. В корпусе 21 головки прорезано по спи-



Фиг. 78. Резцовая головка для непрерывного фрезерования.

рали восемь прямоугольных пазов, в которых на подкладках 25 установлены резцы, обрабатывающие паз рейки по дуге малого радиуса.

Для точной установки внутренней головки относительно среднего положения наружной головки служит штифт 22. Головку крепят к планшайбе винтом 24 через втулку 23, которая стопорится в планшайбе винтом 26. Резцы в наружной и во внутренней головках расположены один выше другого и схема резания сходна с протягиванием, причем превышение идет от резца 15 к резцу 1 на наружной головке и от резца 8 к резцу 1 на внутренней головке. Величину превышения устанавливают в зависимости от режимов резания и материала обрабатываемого изделия в пределах от 0,05 до 0,1 мм.

При сборке головки устанавливают на планшайбе так, что спираль, по которой установлены резцы на наружной головке, служит продолжением спирали, по которой установлены резцы внутренней головки.

Для правильного расположения резцов по спирали определяют величины X — для внутренней головки и Y — для наружной головки в следующем порядке.

1) окружность разбивают на столько частей, сколько резцов в головке, и определяют угол установки для каждого резца;

2) определяют начало отсчета для данной спирали в зависимости от радиуса рейки;

3) положение резца определяют по формуле

$$\rho = a\varphi + c,$$

где ρ — радиус, обозначаемый буквой X — для внутренней головки и буквой Y — для наружной головки;

$a = \frac{t}{2\pi}$ — характеристика спирали;

φ — угол, характеризующий положение резца;

c — радиус отверстия диска.

Всякий относительный поворот головок вызывает нарушение целостности спирали, по которой расположены резцы головок, что изменяет ширину паза рейки.

В данной конструкции наружная головка может поворачиваться на угол $\pm 15^\circ$ относительно внутренней головки от среднего положения, при котором спирали головок совпадают. Это позволяет точно выдерживать ширину паза нарезаемой рейки, несмотря на износ резцов в процессе работы. Поворотом наружной головки также устанавливают ширину паза рейки после переточки резцов, что значительно увеличивает их срок службы.

Поворот производят двумя установочными винтами 33, которые находятся в планшайбе 19, имеющей кольцевой паз. В этот паз входит штифт 34, запрессованный в кольцо 30 наружной головки.

После поворота наружную головку прижимают винтами 17 к планшайбе, чем предотвращается самопроизвольный поворот во время работы. Винты 17 при повороте головки перемещаются в кольцевых пазах планшайбы.

В головках для патронов диаметром свыше 200 мм поворачивают внутреннюю головку через винтовую передачу.

Детали резцовой головки изготавливают из конструкционных сталей, а резцы — из стали Р18.

Вылет резцов устанавливают на специальном приспособлении (фиг. 79).

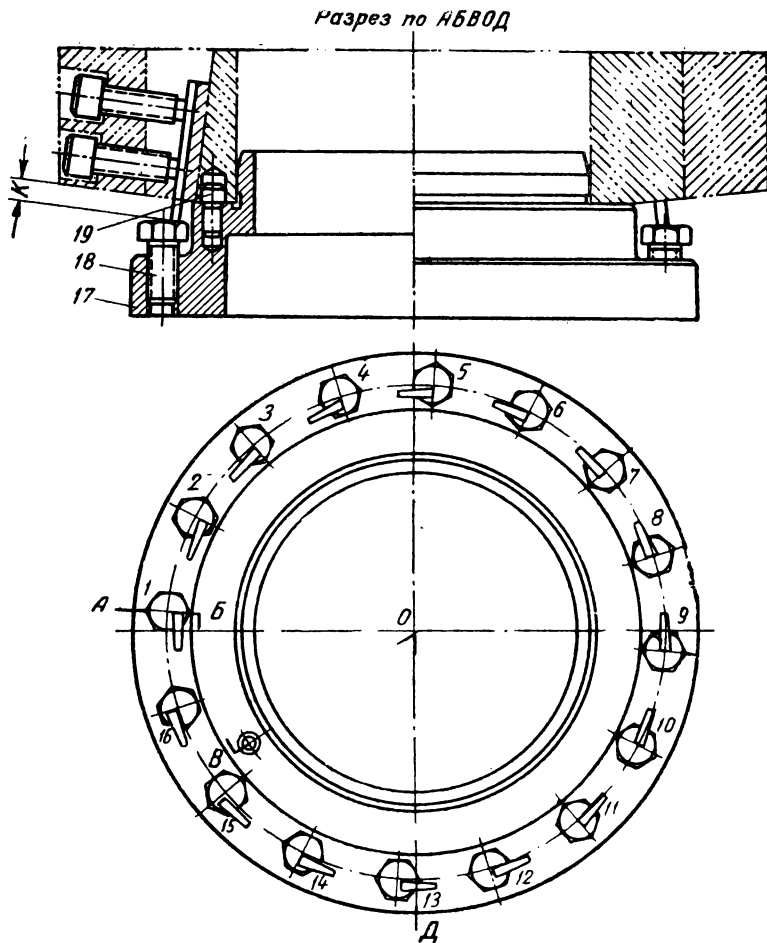
Приспособление состоит из корпуса 17, на котором имеется буртик для установки головки, а также винты 18, расположенные один выше другого, чтобы обеспечить величину K , определяемую величиной вылета резцов. Положение головки относительно приспособления фиксируют штифтом 19. Для установки резцов на наружной и внутренней головках служат отдельные приспособления.

При нарезании реек (кулачков) по методу непрерывного фрезерования детали устанавливают в приспособлениях двух типов. В приспособлении первого типа, предназначенного для установки реек (фиг. 80), базирование производят по продольному и поперечному пазам, тогда как в приспособлении второго типа, предназначенного для установки кулачков, базирование осуществляют по продольному пазу и торцу кулачка.

Приспособление первого типа (фиг. 80) состоит из плиты 1, в которой вставлены планка 5 и пальцы 6, служащие для установки

реек в определенном положении по отношению к резцовой головке. Пальцы *б* вставлены так, что обеспечивают относительное смещение зубьев реек на $\frac{1}{3}$ шага. Крепят рейки прихватами *з* с помощью винтов *4*, которые ввертывают в гайки *2*, установленные в плите.

Резцовую головку для непрерывного фрезерования с приспособлением (фиг. 79) можно применять для обработки реек (кулачков)

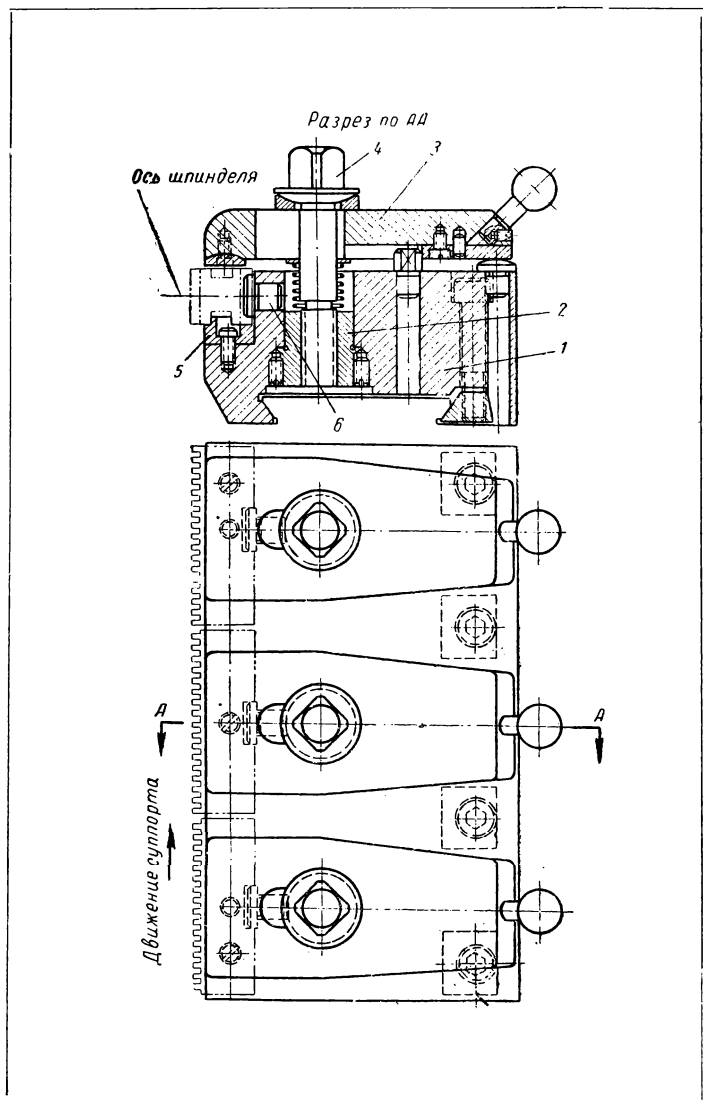


Фиг. 79. Приспособление для установки реев.

на фрезерных станках, имеющих фрезерную головку и жесткую кинематическую связь между числом оборотов шпинделя и подачей стола, на горизонтально-фрезерных станках со специальным приспособлением и на станках МК-52 завода «Красный пролетарий».

Модернизация горизонтально-фрезерных станков для нарезания реек. указанным выше способом состоит в следующем. На стол станка устанавливают плиту (фиг. 81), повернутую на угол, соответ-

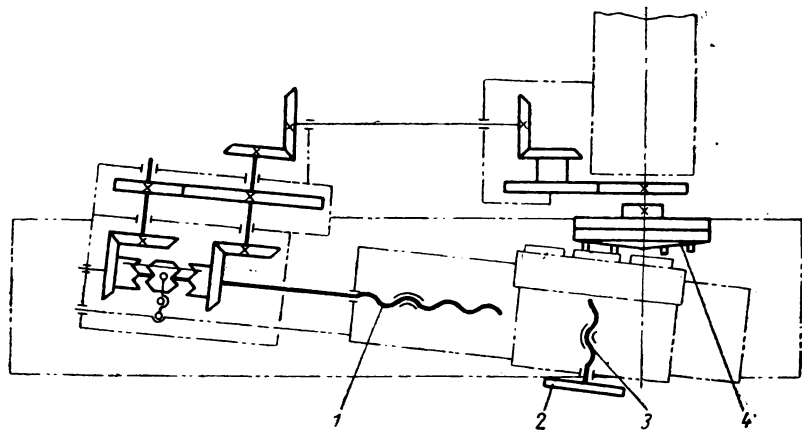
вующий половине угла конуса резцовой головки 4. В направляющих плиты при помощи ходового винта 1, шаг которого равен шагу зубьев реек, перемещается каретка. Ходовой винт через перебор



Фиг. 80. Приспособление для установки реек при нарезании зубьев.

(две пары конических и пару цилиндрических шестерен) связан со шпинделем станка, на котором укреплена резцовая головка. Перебор осуществляет медленную рабочую подачу и быстрый обратный

ход. Перебор приведенной конструкции управляется автоматически при помощи рычажной передачи. В направляющих каретки по ходовому винту 3 перемещается верхний суппорт, на котором установлено приспособление с нарезаемыми рейками (кулачками). Движение ходовому винту суппорта сообщает храповой механизм 2 и ры-



Фиг. 81. Кинематическая схема приспособления для нарезания зубьев реек (кулачков) на горизонтально-фрезерном станке.

чажная передача от упоров, закрепленных на плите. Во время обратного хода верхний суппорт быстро отводится от головки той же рычажной передачей. Полное нарезание зубьев происходит за 4—6 проходов для различных размеров патронов, после чего станок автоматически выключается.

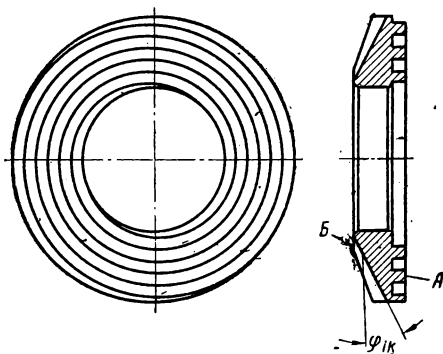
ОБРАБОТКА ДИСКОВ

Спиральный диск (фиг. 82) является деталью, от точности изготовления которой зависит точность центрирования патрона. Поэтому следует обращать внимание на правильность изготовления спирали на торце диска, на правильность посадки диска в корпус патрона и его положения относительно оси корпуса.

Для обеспечения точности патронов установлены следующие технические условия на изготовление дисков:

1) допускаемое отклонение по шагу и сумме шагов архимедовой спирали 0,015 — 0,02 мм;

2) биение спирали относительно оси отверстия диска не более 0,03 мм;



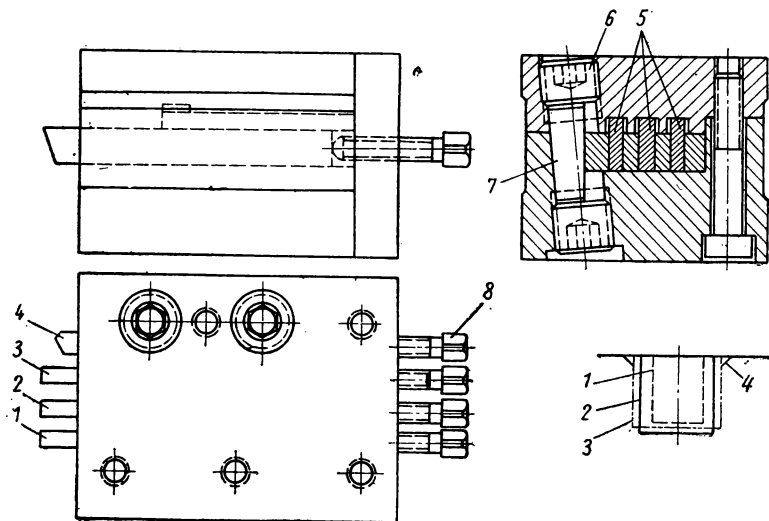
Фиг. 82. Спиральный диск.

3) отверстие изготовлять по 2-му классу точности.

Указанные технические условия осуществляются следующим технологическим процессом.

Чистовую подрезку торца *A* со стороны спирали, расточку отверстия и нарезание спирали производят с одной установки на токарном станке.

Спираль нарезают четырьмя резцами, собранными в магазине (фиг. 83, *a*), из которых резцы *1* и *2* черновые, резец *3* чистовой и резец *4*—для снятия фасок.



Фиг. 83. Приспособление для нарезания спирали:

a — магазин с резцами; *б* — схема резания.

Схема резания показана на фиг. 83, *б*.

Резцы расположены в магазине один относительно другого со смещением, равным шагу спирали, что достигается мерными прокладками *б*. Закрепляют резцы винтом *б* и клином *7*. Вылет резцов устанавливают по шаблону винтами *8*.

Резцы изготовляют из быстрорежущей стали P18.

Точность нарезания в очень большой степени зависит от точности ходового винта и гайки поперечного суппорта, а также точности кинематической цепи станка.

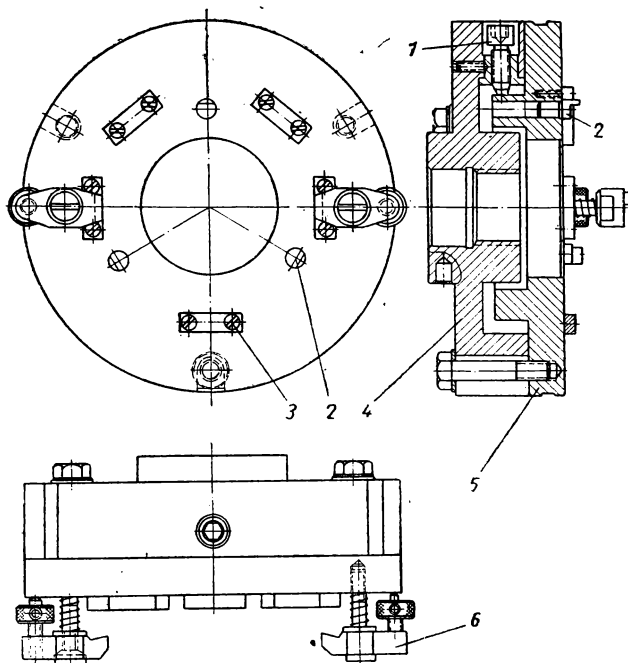
Глубина резания за один проход 0,2 мм.

При единичном производстве и при ремонте патронов для осуществления правильной посадки диска в корпус патрона рекомендуется отверстие диска растачивать по действительному размеру посадочного места корпуса патрона.

Так как получение стабильного размера посадочного места корпуса патрона при серийном производстве весьма затруднительно, то перед посадкой диска в корпус патрона отверстие диска шлифуют по фактическому размеру посадочного места корпуса.

При шлифовании отверстия диска очень важно сохранить соосность отверстия относительно спирали диска. Шлифование производят в приспособлении (фиг. 84), которое состоит из планшайбы 4 и корпуса 5.

На собранном корпусе прошлифованы опорные планки 3 и расположенные под углом 120° на соответствующих координатах архимедовой спирали три штыря 2, на которых крепят обрабатываемый диск с помощью двух прихватов 6.



Фиг. 84. Приспособление для шлифования отверстия в диске.

Приспособление навинчивают на шпиндель внутришлифовального станка.

До установки диска в приспособление планшайба должна быть выверена относительно оси шпинделя станка. Для этого служат три винта 1, которые перемещают корпус 5 относительно планшайбы 4, а следовательно, относительно оси шпинделя.

Приспособление настраивают по эталонному диску. После шлифования проверяют точность дисков.

При помощи специального контрольного приспособления (фиг. 85), проверяют соосность отверстия относительно спирали диска.

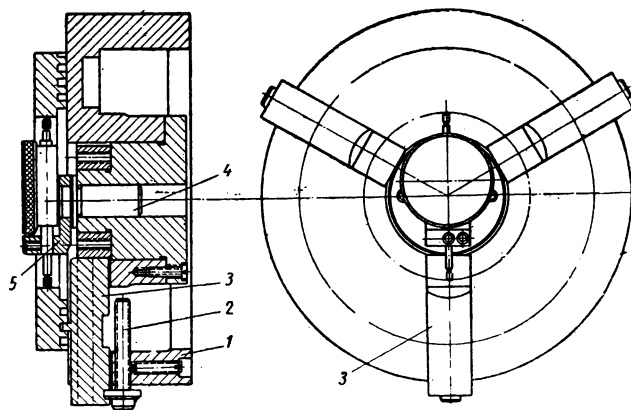
В пазах корпуса 1, перемещаются рейки 3, имеющие по одному зубу. Контролируемый диск устанавливают по трем зубьям реек, относительно смещенных на $1/3$ шага спирали.

Рейки перемещают в пазах корпуса регулировочными винтами 2. В центральное отверстие с посадкой C_1 вставляют палец 4 с индикаторным устройством.

Поворотом индикаторной державки 5 отсчитывают величины несоосности отверстия относительно спирали диска.

Чтобы исключить возможное суммирование ошибок шагов и местных провалов в спирали диска, координаты трех посадочных точек в приспособлении для шлифования и в контрольном приспособлении должны быть одинаковыми.

Ошибки по шагу и сумме шагов спирали диска, а также соосности спирали по отношению к посадочному отверстию диска мож-



Фиг. 85. Приспособление для проверки соосности отверстия относительно спирали диска.

но определять на специальном приборе завода «Калибр» для контроля торцевых резьб.

Эти параметры можно также измерять менее точными и менее удобными способами, но практически доступными для любого завода.

Первый способ. Контролируемый диск укрепляют и центрируют на делительной головке. В паз спирали диска вводят наконечник индикатора и через определенный угол поворота (например, через 45°) производят отсчет абсолютного значения шага (или его части) и отклонение.

Например, шаг спирали $t = 8$ мм:

$$360 : 45^\circ = 8.$$

$$8 \text{ мм} : 8 = 1 \text{ мм}.$$

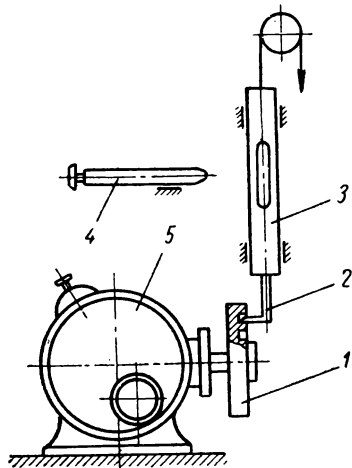
Значит, при повороте шпинделя делительной головки с диском на 45° стрелка индикатора должна показывать 1 мм. Недостатком этого способа является то, что наконечник индикатора, из-за ограниченного хода приходится каждый раз устанавливать, восстанавливая первоначальный натяг.

Второй способ. На диске 1 (фиг. 86), укрепленном и сцентрированном на делительной головке 5 через определенный угол поворота (например, через 45°), наносят радиальные риски по всей спирали.

В канавку спирали диска вводят Г-образный наконечник 2 вертикального длинномера 3.

Отсчеты по длинномеру производят с помощью микроскопа 4 через каждые 45° .

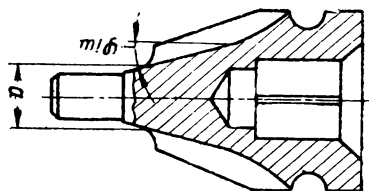
После нарезания спирали (фиг. 82) протачивают конус и нарезают зубья на торце Б.



Фиг. 86. Схема контроля спирального диска.

Зубья нарезают на горизонтально-фрезерном станке дисковой фрезой по методу деления.

Диск закрепляют в делительной головке, которая должна быть установлена под углом $\varphi_{ик}$ (угол ножки зуба); отсчет производят от горизонтальной плоскости. Впадину зуба нарезают за один проход.



Фиг. 87. Шестерня.

При серийном производстве зубьев на диске можно нарезать на модернизированных зубофрезерных станках завода «Комсомолец» специальными одновитковыми или двувитковыми фрезами.

После нарезания зубьев необходимо шаблоном проверить глубину впадины зуба и симметричность профиля, а также правильность расположения зубьев относительно оси отверстия (при помощи иглолок).

ОБРАБОТКА ШЕСТЕРЕН

Для нормального зацепления шестерни (фиг. 87) с зубьями спирального диска необходимо при изготовлении шестерен выполнить следующие требования:

- 1) профиль впадины зуба должен соответствовать профилю, полученному графическим построением, изложенным выше;
- 2) посадочные шейки и наружный конус шестерни должны быть соосны (допустимое отклонение $0,05$ мм);
- 3) биение зубчатого венца относительно посадочных шеек не более $0,1$ мм;
- 4) равномерность шага зубьев $0,12$ мм;

5) ось симметрии зуба должна лежать в одной плоскости с осью шестерни (допустимое отклонение 0,05 мм);

6) зона касания зуба шестерни с зубом диска должна быть равна не менее $\frac{1}{3}$ длины зуба.

Выполнение п. 1 осуществляют правильным выбором профиля дисковой фрезы и точной установкой заготовки относительно фрезы.

Заготовку устанавливают в центре делительной головки и контрподдержки на горизонтально-фрезерном станке, причем шпиндель делительной головки устанавливают в вертикальной плоскости под углом, равным углу ножки зуба $\varphi_{из}$.

Заготовку следует устанавливать относительно фрезы по оси и на глубину зуба по эталону, который представляет собой конус с наименьшим размером a и углом конусности, равным удвоенному углу ножки зуба $\varphi_{из}$.

Выполнение п. 2 осуществляется обработкой на токарном станке двух посадочных шеек и наружного конуса шестерни с одной установки. Заготовку базируют в центрах, а поводком служит квадратный выступ.

Выполнение п.п. 3 и 5 достигается точной установкой заготовки в делительной головке и головки на столе станка. Равномерность шага зубьев (п. 4) обеспечивается точностью делительной головки. Требуемая величина зоны касания (п. 6) обеспечивается точностью графического построения профиля зубьев шестерни и спирального диска, а также точностью изготовления передачи.

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ ПАТРОНА

Для повышения прочности и износостойкости патрона диск, шестерню, рейку и кулачок подвергают термической обработке.

Термическая обработка дисков из конструкционных сталей 45 и 40Х: перед механической обработкой заготовку улучшают до твердости $H_{RC} = 25$, после механической обработки зубья закаляют токами высокой частоты (т. в. ч.) накладным индуктором до твердости $H_{RC} = 42 \div 50$.

Возможен другой вариант. После окончательного нарезания зубьев и черногого прорезания спирали диск закаляют до твердости $H_{RC} = 40 \div 42$ с нагревом в печи и охлаждением в водяной или масляной ванне, затем окончательно обрабатывают спираль резцами с пластинками из твердых сплавов, так как во время термической обработки диск деформируется, в результате чего теряется точность.

Можно изготавливать диски из легированных азотируемых или цементуемых сталей. При использовании диска из улучшенного материала в паре с ним следует применять закаленную рейку (кулачок).

При закаленных дисках следует применять рейку из улучшенного материала, при этом зубья рейки постепенно притираются к спирали и соприкасаются с ней поверхностями, радиусы кривизны которых мало отличаются от радиусов кривизны спирали, что умень-

шает контактные напряжения, вызывающие износ рабочих поверхностей деталей.

Термическую обработку реек и кулачков из конструкционных сталей (типа стали 40X), работающих в паре с улучшенным диском, следует производить токами высокой частоты после механической обработки.

Обычная закалка не рекомендуется, так как может получиться сквозная закалка зубьев, что вызывает их поломку при эксплуатации патрона. Кроме того, деформация, возникающая в процессе закалки, может превысить установленные допуски на размеры, что вызывает необходимость введения дополнительной механической обработки (шлифование) пазов и зубьев.

Зубья реек (кулачков) необходимо шлифовать на специальном сложном оборудовании. При закалке реек токами высокой частоты отмеченные недостатки отпадают.

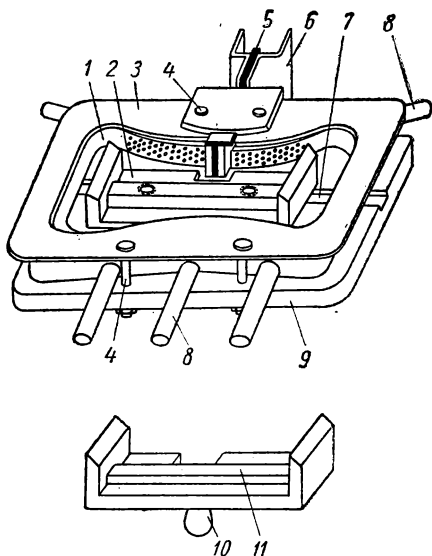
При высокой твердости зубьев рейки в зоне контакта их со спиралью диска по техническим условиям необходимо, чтобы основание и края зуба рейки имели достаточную вязкость.

Боковые пазы после закалки рейки т. в. ч. прошивают, поэтому их не закаливают.

Для закалки реек применяют индуктор (фиг. 88), равномерный нагрев зубьев рейки по всей ее длине и устранение перегрева углов достигают формой контура индуктора и использованием экранирующих накладок, которые регулируют скорость нагрева отдельных участков и предохраняют от закалки боковые пазы и торцы рейки.

Экран изготовляют из латуни или меди. Нижнюю половину экрана закрепляют неподвижно на основании индуктора и она является одновременно фиксатором для установки рейки, верхняя половина — съемная.

Закалку производят последовательно. Вода для охлаждения, нагретая до температуры закалки рейки, начинает подаваться автоматически через спрейерное устройство несколько раньше момента прекращения нагрева. Опережение подачи воды выбирают с таким



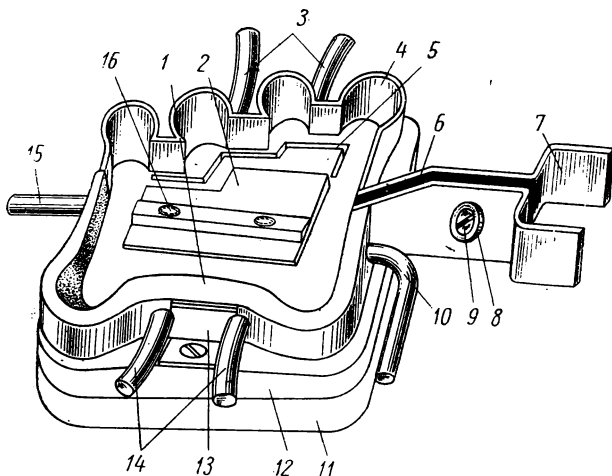
Фиг. 88. Индуктор для закалки реек:

1 — контур индуктора; 2 — нижняя часть экрана; 3 — текстолитовая накладка; 4 — крепежные винты (медные или латунные); 5 — micaнитовая прокладка; 6 — лапки для крепления индуктора к вторичной обмотке закалочного трансформатора; 7 — канал для стока воды; 8 — трубки для подвода воды при закалке; 9 — асбцементное основание; 10 — ручка съемной части экрана; 11 — съемная часть экрана.

расчетом, чтобы температура закаливаемых поверхностей к моменту подачи воды была не ниже 840—860°.

Для подачи воды контур индуктора выполнен пустотелым, а отверстия для выхода воды обращены в сторону закаливаемых поверхностей.

Так как время нагрева незначительно, то воды, поступающей



Фиг. 89. Индуктор для закалки цельных кулачков:

1 — полая часть экрана; 2 — нижний экран; 3 — трубки для подачи воды в водяной резервуар; 4 — цельная часть контура для закалки уступов; 5 — шель для подвода воды при закалке уступов; 6 — миканитовая прокладка; 7 — лапки для крепления индуктора к вторичной обмотке закалочного трансформатора; 8 — изоляционная шайба; 9 — соединительный винт для лапок; 10 — трубки для подвода воды при закалке призмы прямого кулачка; 11 — основание индуктора; 12 — асбоцементная прокладка; 13 — крепежный угольник; 14 — трубка для подвода воды при закалке призмы обратного кулачка; 15 — трубка для подвода воды при закалке зубьев нарезки кулачка; 16 — винт для крепления экрана.

в процессе закалки рейки, достаточно также для охлаждения контура.

Ниже приводится режим закалки рейки патрона ТС-240 на установке т. в. ч. типа Г4-42 мощностью 120 квт.

Анодное напряжение	$U_a = 6800 - 7200$ в
Анодный ток	$I_a = 10$ а
Сеточный ток	$I_c = 1,0 - 1,1$ а
Время нагрева	$t_n = 7$ сек.
Время охлаждения	$t_o = 4$ сек.
Твердость на поверхности после закалки	$HRC = 50 \div 56$.

Для закладки цельных кулачков патрона применяют индуктор (фиг. 89).

Чтобы избежать перегрева углов и крайних зубьев кулачка, контур в соответствующих местах имеет отводки.

Для удобства изготовления часть контура 4, нагревающая ступени кулачка, выполнена из полосовой меди.

При закалке вода поступает на ступени кулачка через щель 5 в асбоцементной прокладке, из водяного резервуара, выполненного в основании 11. Так как цельные кулачки патронов бывают прямые и обратные, соответственно меняют подачу воды на торцы кулачка при закалке.

При закалке прямого кулачка шланг с водой подсоединяют к трубке 10, при закалке обратного кулачка — к трубке 15.

В остальном закалка кулачков аналогична закалке реек.

Так как твердость $HR_C = 42 \div 50$ больше предусмотренной ГОСТ 1654-47, рейки патронов и цельные кулачки после закалки подвергают отпуску в обычной электропечи.

Можно осуществлять закалку с самоотпуском при наличии приборов для контроля температуры и реле времени.

При работе на установках т. в. ч., в которых вода поступает от водопроводной линии, в зимнее время, когда температура воды понижается до 10—12° С, в результате резкого охлаждения на деталях могут возникать трещины, особенно у кулачков малогабаритных патронов.

Во избежание этого рекомендуется устанавливать дополнительный насос, чтобы индуктор питать из особого бака водой с температурой 20—28°. Можно также применять 10—12%-ный раствор эмульсола в воде.

Термическая обработка шестерен производится в обычных печах с последующим охлаждением в масляной ванне и отпуском до $HR_C = 35 \div 42$.

СБОРКА ПАТРОНОВ

Патроны собирают в следующем порядке: в корпус патрона устанавливают диск, под прессом во избежание перекоса при посадке. Диск должен касаться спиральной нарезкой дна корпуса, а посадка должна быть плотной.

Затем устанавливают шестерни и закрепляют их стопорными шпильками. После этого производят обкатку передачи вручную или механическим ключом, изменяя направление вращения. Вращение должно быть плавным, без заеданий. Свободный ход ключа не должен превышать $1/8$ оборота. При плохой работе передачи следует поменять шестерни местами или подобрать другие, добиваясь правильной работы. Это делают для исключения влияния технологических ошибок, возникающих при изготовлении деталей патрона. После обкатки передачи патрона в корпус устанавливают крышку и последовательно—рейки, начиная с первой. Затем к рейкам приворачивают кулачки.

После этого проверяют работу патрона при холостом движении кулачков. Движение кулачков должно быть легким, плавным, без качания, толчков и заеданий.

При холостом движении кулачков крутящий момент M , приложенный на рукоятке ключа, не должен превосходить величин, указанных ниже.

Диаметр патрона в мм	Момент M в кгс.м	Диаметр патрона в мм	Момент M в кгс.м
До 100	25	Св. 200 до 350 вкл.	100
Свыше 100 до 150	40	„ 350 „ 500 „	140
Свыше 150 до 200	65	„ 500	180

ДОВОДКА ПАТРОНОВ

Для выполнения требований в отношении точности токарных патронов (ГОСТ 1654-47) после окончательной сборки обрабатывают зажимные и торцевые поверхности кулачков.

Эту операцию можно выполнять на внутришлифовальном станке.

Патрон устанавливают на планшайбу и выверяют при помощи индикатора по контрольному пояску с точностью до 0,01 мм.

Сначала шлифуют большие призмы кулачков под наибольшую оправку, контроль осуществляют по всем оправкам, как указано выше в разделе „Точность, прочность и жесткость патронов“.

Затем шлифуют захваты наружных уступов кулачков и торцов. Целые кулачки проверяют по радиальному биению кольца при захвате его наружными уступами. Затем кулачки переворачивают и шлифуют внутренние уступы кулачков и торцов.

В патронах с цельными кулачками шлифуют обратные кулачки. Затем проверяют торцевые поверхности и радиальное биение кольца при зажиме его внутренними уступами кулачков.

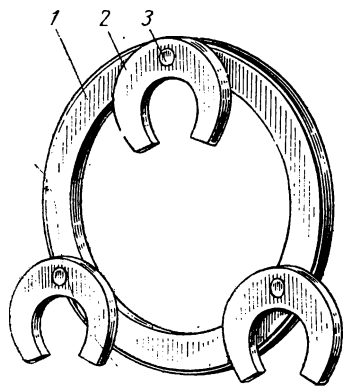
При проверке патрона оправки и кольца нужно зажимать последовательно всеми шестернями.

Шестерню, при зажиме которой биение получается наименьшим, принимают за нулевую.

Зажимные и торцевые поверхности кулачков обрабатывают на токарном станке шлифованием при помощи шлифовального приспособления, которое устанавливают на суппорте станка, или же проточкой резцами с пластинками из твердых сплавов.

Окончательно зажимные поверхности кулачков желательно обрабатывать в напряженном состоянии патрона, т. е. в таком состоянии, при котором устранены все зазоры в механизме патрона.

Для этого можно использовать приспособление (фиг. 90), которое состоит из кольца 1 и трех подковообразных серег 2, шарнир-



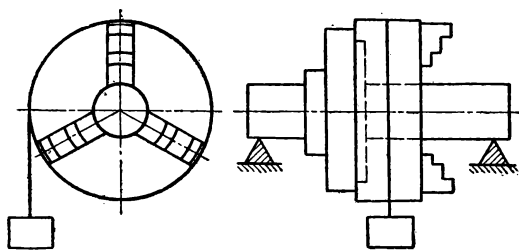
Фиг. 90. Приспособление для расточки кулачков в напряженном состоянии.

но прикрепленных к кольцу на осях 3. Приспособление устанавливают на кулачки патрона так, что в каждую серьгу входят скосы кулачков.

Кулачки перемещают так же, как и при зажиме обрабатываемой заготовки. Серьги, вращаясь на осях, самоустанавливаются и кулачки принимают положение, соответствующее рабочему положению. Внутренние поверхности больших призм кулачков при этом доступны для шлифования или для протачивания.

БАЛАНСИРОВКА ПАТРОНОВ ДЛЯ СКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Для работы с повышенной скоростью резания (скорость на периферии патрона более 700 м/мин) патроны должны быть статически уравновешены. Под статической уравновешенностью понимают совпадение центра тяжести собранного патрона с его осью вращения.



Фиг. 91. Стенд испытания патрона на статическую уравновешенность.

Неуравновешенность патрона может привести к появлению вибраций при скоростной обработке.

Патрон должен быть статически уравновешен при любом положении кулачков относительно корпуса патрона.

Величину уравновешивающего груза G , приложенного на плече, равном радиусу патрона, выбирают в зависимости от диаметра патрона.

Диаметр патрона в мм.	Вес груза в г
До 100	13
Свыше 100 до 150	14
" 150 " 200	16
" 200 " 275	18
" 275 " 350	20
" 350 " 425	22
" 425 " 500	25
" 500	28

Статическую уравновешенность патрона в собранном виде проверяют на стенде (фиг. 91), состоящем из двух направляющих (круг-

ТИПОВОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ПАТРОНА С РАЗЪЕМНЫМИ КУЛАЧКАМИ

Операция	Технологические базы	Оборудование
Корпус (заготовка-отливка)		
Подрезание переднего торца, обтачивание наружных поверхностей, растачивание центрального отверстия и снятие фасок	Торец <i>E</i> и поверхность <i>A</i> (фиг. 74)	Токарный станок
Черновая обработка внутренних поверхностей корпуса	Передний торец и наружная поверхность	То же
Чистовое растачивание внутренних поверхностей, центрального отверстия, посадочного отверстия <i>A</i> и чистовое обтачивание поверхности <i>B</i>	То же	Револьверный станок
Черновое фрезерование трех пазов	Торец <i>E</i> и центральное отверстие	Горизонтально-фрезерный станок
Получистовое фрезерование Т-образных пазов	То же	Вертикально-фрезерный станок
Чистовое фрезерование трех Т-образных пазов под прошивку	»	То же
Сверление девяти отверстий под резьбу	Передний торец и центральное отверстие	Вертикально-сверлильный станок
Зенкование девяти отверстий под резьбу	То же	То же
Сверление, зенкование и развертывание трех отверстий под шестерни	Посадочное отверстие <i>A</i> и дно корпуса	»
Нарезание резьбы в девяти отверстиях	Передний торец и центральное отверстие	Резьбонарезной станок
Прошивка трех Т-образных пазов	Торец <i>E</i> и наружная поверхность корпуса	Пресс
Шлифование наружного диаметра	Торец <i>E</i> и центральное отверстие	Круглошлифовальный станок
Шлифование переднего торца	Торец <i>E</i>	Плоскошлифовальный станок
Крышка (заготовка-отливка)		
Обтачивание наружных поверхностей, подрезание заднего торца и растачивание центрального отверстия	Передний торец и бобышка	Токарный станок
Растачивание уступа и подрезание остальных торцов	Задний торец и наружная поверхность	То же

Операция	Технологические базы	Оборудование
Сверление трех крепежных отверстий	Задний торец и центральное отверстие	Вертикально-сверлильный станок
Земкование трех крепежных отверстий	Передний торец	То же
Диск (заготовка-штамповка)		
Черновое подрезание торца <i>Б</i> и растачивание центрального отверстия	Торец <i>А</i> и наружная поверхность (фиг. 82)	Токарный станок
Черновое обтачивание наружного диаметра и подрезание торца	Торец <i>Б</i> и наружное отверстие	То же
Нарезание спирали, подрезание торца <i>А</i> и растачивание центрального отверстия	Торец <i>Б</i> и наружная поверхность	Токарный станок или полуавтомат МК-51
Снятие заходов спирали	То же	Горизонтально-фрезерный станок
Обтачивание конуса	Торец <i>А</i> и центральное отверстие	Токарный станок
Нарезание зубьев	То же	Горизонтально-фрезерный станок или специальный зубофрезерный полуавтомат
Шлифование торца со стороны зубьев	Торец <i>А</i>	Плоскошлифовальный станок
Шлифование центрального отверстия	Спираль	Внутришлифовальный станок
Шестерня (заготовка-пруток)		
Рихтовка заготовки	Наружная поверхность	
Заправка конца прутка	То же	Точило
Рубка заготовки	„	Пресс
Подрезание торца и растачивание отверстия под ключ	Наружная поверхность	Токарный станок
Пробивка квадратного отверстия	Наружная поверхность и торец	Пресс
Подрезание второго торца и зацентровка	Наружная поверхность и торец со стороны квадратного отверстия	Токарный станок
Черновое протачивание конуса	Центры и квадратное отверстие	Токарный станок

Операция	Технологические базы	Оборудование
Получистовое протачивание конуса	То же	То же
Чистовое протачивание конуса . . .	"	"
Протачивание канавки под штифт и снятие фасок	"	"
Нарезание зубьев	Центры и наружная поверхность со стороны квадрат- ного отверстия	Горизонтально- фрезерный ста- нок
Термическая обработка		Вертикально- сверлильный станок
Притирка центров	Наружный диаметр	Кругло-шлифо- вальный станок
Шлифование посадочных шеек . .	Центры	
Рейка (заготовка-полоса)		
Резка	Плоскость <i>C</i> (фиг. 75)	Пила
Фрезерование боковой стороны . .	Вторая боковая сторона	Горизонтально- фрезерный станок
Предварительное шлифование боко- вых плоскостей	Боковые плоскости	Плоскошлифо- вальный станок
Фрезерование плоскости <i>C</i>	Плоскость со сто- роны продольного и поперечного па- зов	Горизонтально- фрезерный ста- нок
Фрезерование боковых пазов . . .	Плоскость <i>C</i> и торец	То же
Фрезерование торцов	Плоскость <i>C</i> и бо- ковая плоскость	Вертикально-фре- зерный станок
Фрезерование продольного и попе- речного пазов	Боковые пазы и боковая плоскость	Горизонтально- фрезерный ста- нок
Сверление отверстий под резьбу	Плоскость <i>C</i> и бо- ковая поверхность	Вертикально-свер- лильный
Зенкование двух отверстий под резьбу	Плоскость <i>C</i>	То же
Нарезание зубьев и клеймение . .	Боковой паз, попе- речный паз и бо- ковая плоскость	Токарный станок или полуавто- мат МК-52
Снятие заходов (неполных зубьев)	То же	Горизонтально- фрезерный ста- нок
Нарезание резьбы	Боковые пазы	Резьбо-нарезной станок

Операция	Технологические базы	Оборудование
Термическая обработка		
Чистовое шлифование боковых пазов	Плоскость С, боковая плоскость и торец	Плоскошлифовальный станок
Шлифование продольного и поперечного пазов	То же	То же
Шлифование плоскости С	Боковые пазы	»
Шлифование боковых плоскостей	Боковая плоскость	»
Шлифование плоскости под кулачок	Боковые пазы	»
Кулачок (заготовка-полоса)		
Резка	Боковая плоскость	Пила
Шлифование боковых плоскостей	Боковая плоскость	Плоскошлифовальный станок
Фрезерование основания	Плоскость уступов	Горизонтально-фрезерный станок
Фрезерование уступов	Плоскость основания	То же
Фрезерование поперечного шипа и канавок для выхода камня	Уступы	»
Фрезерование продольного шипа	То же	»
Протачивание скосов	Боковая сторона, продольный и поперечный шипы	Токарный станок
	Плоскости основания, поперечный и продольный шипы	
Сверление отверстий	То же	Вертикально-сверлильный станок
Зенкование двух отверстий	То же	То же
Обтачивание уступов и растачивание захватов	»	Токарный станок
Термическая обработка		
Шлифование боковых плоскостей	Вторая боковая плоскость	Плоскошлифовальный станок
Шлифование основания	Основание и боковая сторона	Плоскошлифовальный станок
Шлифование продольного шипа	То же	То же
Шлифование поперечного шипа	»	»

лых или призматических), по которым катится оправка. Оправка представляет собой статически уравновешенный валик, на который напрессована планшайба.

Оправке с патроном сообщают толчком некоторое вращение и после остановки отмечают мелом положение нижней образующей; это повторяют не менее 5 раз. Если отметки располагаются примерно равномерно по периферии патрона, то патрон считают уравновешенным.

В случае неуравновешенности, отмечают нижнюю образующую патрона и затем, постепенно увеличивая груз, подвешенный к шнуру, укрепленному на периферии патрона, доводят вес груза до такой величины, при которой отмеченная образующая совпадает с горизонтальной осью патрона. Этот груз не должен превышать значений, указанных выше.

Если груз превысит указанные значения, следует высверлить отверстие в корпусе со стороны посадочного торца для уменьшения веса неуравновешенной части патрона.

На статическую уравновешенность патрона оказывает влияние уравновешенность спирального диска, который должен быть статически уравновешен отдельно, причем момент статической неуравновешенности диска GR не должен превышать величины, определяемой по формуле

$$GR = Q\rho,$$

где G — вес уравновешивающего груза;

R — наружный радиус диска (радиус действия уравновешивающего груза);

ρ — допустимый эксцентриситет центра тяжести диска ($\rho \leq 0,2$ мм);

Q — вес диска.

Статическую уравновешенность спирального диска проверяют так же, как и собранного патрона.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ПАТРОНАМИ

Техника безопасности при работе с патронами предусматривает следующие основные положения.

1. Не допускается торможение шпинделя станка руками за патрон. Токарные станки для скоростной обработки должны иметь тормозные устройства, обеспечивающие быстрое затормаживание шпинделя станка.

2. При использовании спирально-реечных патронов не допускается выход рейки из корпуса патрона больше чем на $1/3$ ее длины.

3. В патронах с ручным зажимом не допускается присоединение ключа при вращающемся шпинделе станка, а также оставление ключа после окончания зажима.

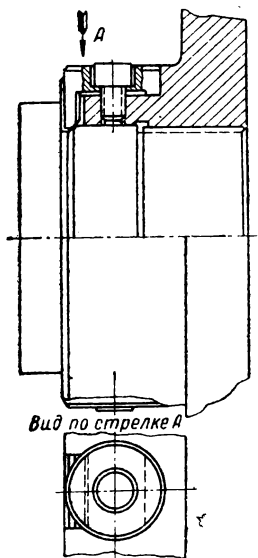
4. У клинового патрона (фиг. 14) не допускается выход фиксатора головки штока из корпуса патрона.

5. При установке патрона на шпиндель станка или съеме патрона необходимо применять деревянные или другие эластичные под-

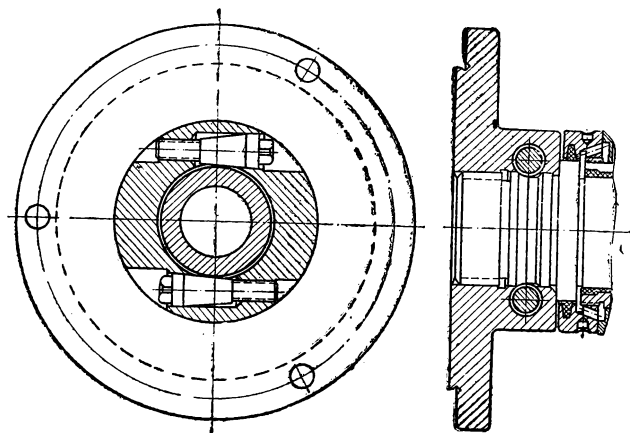
кладки надлежащей формы и размера для предотвращения травмирования рабочего, а также для предотвращения поломки патрона или порчи станка.

6. Запрещается работать с неисправными патронами, зажимать детали на небольшой длине. Перед установкой детали в патрон необходимо удалить с детали заусенцы и грязь.

7. При использовании приводных патронов (с пневматическим или гидравлическим приводом) воспрещается регулировать зажим-



Фиг. 92. Дополнительное крепление присоединительного фланца при помощи двух сухарей.



Фиг. 93. Дополнительное крепление присоединительного фланца при помощи двух конусных пальцев.

ные кулачки, подтягивать уплотнения и прокладки в цилиндрах, присоединять шланги и регулировать аппаратуру управления, находящуюся под давлением. Для этого следует уменьшить давление в системе до атмосферного.

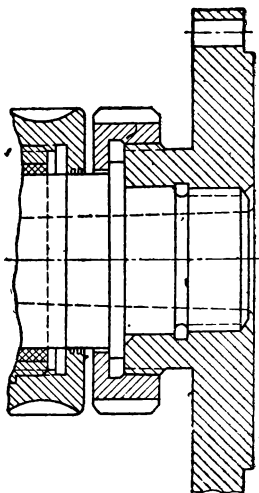
8. Воспрещается работать с неисправным приводом патрона.

9. Запрещается применять проволоку для крепления гибкого шланга на ниппелях пневматического привода. Для этого следует пользоваться зажимными хомутиками.

10. Для предотвращения вырыва из патрона обрабатываемой детали необходимо ее надежно зажать, что обеспечивается достаточной силой зажима и правильным выполнением зажимных поверхностей кулачков. При черновой обработке заготовки следует тщательно проверить рифления на зажимных поверхностях кулачков.

11. Приводной патрон и привод должны быть надежно закреплены на шпинделе станка, особенно при скоростной обработке, резком торможении и работе с реверсированием шпинделя станка.

Для надежной установки патрона на резьбовом конце шпинделя следует применять дополнительное крепление присоединительного фланца от самоотвинчивания.



Фиг. 94. Крепление присоединительного фланца при помощи контргайки.

Дополнительное крепление присоединительного фланца (фиг. 92) производят двумя сухарями, входящими в выточку базового торца шпинделя.

Дополнительно присоединительный фланец (фиг. 93) крепят двумя конусными пальцами, размещенными в теле фланца и входящими в специальную канавку на центрирующей шейке шпинделя. Недостатком этой конструкции является возможность самопроизвольного ослабления винтов в случае недостаточной затяжки; заметить это ослабление труднее, чем в других конструкциях, так как головки винтов утоплены.

Крепление (фиг. 94) производят дополнительными контргайками.

Кроме приведенных выше, существуют и другие конструкции креплений присоединительных фланцев. Наиболее надежным и жестким является крепление патрона на фланцевый конец шпинделя без присоединительного фланца.

УХОД ЗА ПАТРОНАМИ И ИХ ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Соблюдение правил по уходу и эксплуатации обеспечивает эффективное использование токарных патронов и безотказность их в работе.

Для достижения высокой точности центрирования в патроне рекомендуется периодически протачивать или шлифовать зажимные поверхности кулачков до размера, близкого к диаметру закрепляемой детали. Хорошие результаты при растачивании зажимных поверхностей кулачков дает следующий способ: в конце кулачков делают выточку глубиной 6 — 8 мм и шириной 4 — 6 мм; в эту выточку перед растачиванием вставляют и зажимают кольцо, внутренний диаметр которого на 1 — 2 мм больше растачиваемого диаметра рабочей поверхности кулачков. Наружные поверхности кулачков желательно протачивать аналогичным способом при установке на один из уступов кольца (в разжим).

Деталь следует зажимать в патроне ключом без применения дополнительных рычагов, труб и т. д. При эксплуатации патрона следует периодически проверять винты крепления кулачка (для съемных кулачков) и патрона на присоединительном фланце и своевременно их подтягивать. Кроме того, необходимо следить за креплением присоединительного фланца на шпинделе станка, а также за креплением вращающихся частей привода. Для надежной работы

патрона необходимо разбирать, чистить и смазывать детали не реже 1 — 2 раз в месяц.

Необходимо особенно следить за состоянием патрона при обработке материалов, дающих мелкую или пылевидную стружку (чугун, графит, бронза и т. д.), которая загрязняет механизм патрона. Для нормальной работы пневматического привода необходимо следить за исправностью смазочных устройств и обращать внимание на отсутствие утечек воздуха и на содержание влаги и грязи в сжатом воздухе. Влага и грязь являются основной причиной преждевременного выхода из строя деталей привода. Попадая в механизмы, они вызывают ржавление и износ деталей, затрудняют передвижение поршня, усиливают износ уплотнений, засоряют трубопроводы, выводят из строя контрольную и регулирующую аппаратуру.

При работе с гидравлическим приводом нельзя допускать утечек масла и необходимо следить за чистотой привода.

Трубопроводы, арматуру и контрольно-регулирующую аппаратуру необходимо систематически очищать от масла, грязи и пыли.

При установке патрона на станок необходимо:

1) проверить радиальное и торцевое биения торца и посадочного пояса присоединительного фланца, к которому крепится патрон;

2) осмотреть опорный торец корпуса для выявления и устранения забоин и вмятин перед установкой патрона на присоединительный фланец;

3) плотно привертывать патрон к присоединительному фланцу;

4) проверить по корпусу или контрольному пояску правильность установки патрона на шпиндель станка при помощи индикатора, радиальное биение по контрольному пояску не должно превышать 0,02 мм, биение по наружному диаметру согласно ГОСТ 1654-47;

5) устанавливать приводные патроны в следующем порядке:

а) вернуть в силовое устройство тягу, застопорить ее, а затем укрепить устройство на заднем конце шпинделя;

б) прикрепить патрон к присоединительному фланцу и вместе наvertнуть их на резьбовой конец шпинделя, при этом ключом вращают присоединительный винт (втулку) патрона, ввертывая его в тягу, компенсируя при этом разницу в шагах резьбы винта и резьбового конца шпинделя станка;

в) регулировать величину хода кулачков патрона вращением присоединительного винта патрона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ансеров М. А., Приспособления для токарных и круглошлифовальных станков, Лениздат, 1953.
 2. Болотин Х. Л., Костромин Ф. Н., Основы конструирования приспособлений, Машгиз, 1951.
 3. Зоненберг С. М., Лебедев А. С., Пневматические зажимные приспособления, Машгиз, 1948.
 4. Радченко В. М., Эмануэль Г. Д., Станочные приспособления в машиностроении, Машгиз, 1952.
 5. Решетов Д. Н., Расчет и конструирование кулачковых патронов, „Станки и инструмент“ № 4—6, 1942.
 6. Энциклопедический справочник „Машиностроение“ (ЭСМ) т. VII, Машгиз, 1947.
 7. Гордон Х. И., Станкевич В. Г., ТЭКСО № 1881|164, 1953.
-

ОГЛАВЛЕНИЕ

	<i>Стр.</i>
Предисловие	3
Токарные патроны с ручным зажимом	5
Двухкулачковые патроны	5
Трехкулачковые универсальные самоцентрирующиеся патроны	5
Четырехкулачковые патроны	12
Приводные токарные патроны	13
Двухкулачковые патроны	13
Трехкулачковые патроны	14
Четырехкулачковые патроны	19
Приводы к токарным патронам	19
Пневматические приводы	20
Гидравлические приводы	37
Электромеханические приводы	40
Механические приводы	44
Магнитные и электромагнитные приводы	45
Выбор привода	47
Допустимые режимы обработки и наладка патронов	47
Силы, действующие в кулачковых патронах	48
Выбор режимов обработки	50
Точность центрирования в кулачковых патронах	54
Примеры наладок самоцентрирующихся патронов	56
Точность, прочность и жесткость патронов	62
Точность патрона	62
Прочность патрона	64
Жесткость патрона	66
Особенности конструирования трехкулачковых спирально-реечных патронов	69
Профилирование зубчатого зацепления	69
Построение профиля зуба рейки	74
Изготовление и ремонт трехкулачковых спирально-реечных самоцентрирующихся токарных патронов	75
Обработка корпуса	75

Обработка реек (кулачков)	76
Обработка дисков	85
Обработка шестерен	89
Термическая обработка деталей патрона	90
Сборка патронов	93
Доводка патронов	94
Балансировка патронов для скоростной обработки деталей	95
Типовой технологический процесс обработки деталей патрона с разъемными кулачками	96
Техника безопасности при работе с патронами	100
Уход за патронами и их эксплуатация	102

Воля Львович Косовский
Зиновий Абрамович Крупенин
Николай Васильевич Выродов

ТОКАРНЫЕ ПАТРОНЫ

Редактор издательства
В. А. Нахимсон

Технический редактор *С. Т. Шикин*

Корректор *В. П. Кухарчик*

Сдано в производство 21.1.1957 г. Подписано
к печати 17.VII-1957 г. Т 05929. Тираж 6000 экз.
Печ. л. 6,75. Уч.-изд. л. 6,6. Бум. л. 3,38
Формат 60×92¹/₁₆. Заказ № 885

„Полеспечать“, Гомель, Советская, 1.

3 руб. 30 коп,

Сл



Москва, Третьяковский проезд, 1