

А.С. АЗАРОВ

МЕХАНИЗАЦИЯ
И
АВТОМАТИЗАЦИЯ
ОБРАБОТКИ
ДЕТАЛЕЙ
РЕЗАНИЕМ

МАШГИЗ—1954

машини

А. С. АЗАРОВ
канд. техн. наук доцент

МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ
РЕЗАНИЕМ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1954 ЛЕНИНГРАД

В книге рассматриваются механизмирующие и автоматизирующие устройства для металлорежущих станков общего назначения: токарных, револьверных, сверлильных, фрезерных и др.

В ней описываются как простейшие устройства, так и устройства для автоматизации циклов обработки. В отдельных главах приведены примеры применения устройств новаторами производства, а также освещены результаты экспериментальных исследований.

Книга предназначена для инженерно-технических работников и может быть полезна студентам машиностроительной специальности.

Рецензент инж. *М. Э. Барский*

Редактор канд. техн. наук *П. И. Буловский*

ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ МАШГИЗА

Редакция литературы по технологии машиностроения

Заведующий редакцией инж. *П. С. Никитин*

ПРЕДИСЛОВИЕ

В машиностроении, являющемся основой мощного технического прогресса в СССР, используется значительный парк токарных, револьверных, фрезерных и других станков общего назначения. Оснащение этих станков механизмирующими и автоматизирующими устройствами представляет большой резерв повышения производительности труда и улучшения качества продукции. Наряду с этим изменяются и условия труда: рабочий освобождается от выполнения ряда движений, которые осуществляются дополнительными механизмами станков.

В машиностроении достигнуты значительные успехи в совершенствовании технологических процессов, в применении прогрессивных методов обработки деталей, обеспечивающих экономию машинного времени. Но вспомогательное время и другие слагаемые нормы времени экономятся пока еще недостаточно. Оснащение станков быстродействующими приспособлениями, механизмирующими и автоматизирующими устройствами дает возможность добиться резкого уменьшения вспомогательного времени, а совершенствование методов настройки станков уменьшает и подготовительно-заключительное время.

В книге рассматриваются как простейшие устройства, позволяющие работать по методу автоматического получения размеров, так и сложные, автоматизирующие циклы обработки. Описание отдельных устройств дано в соответствии с принятой в книге классификацией. В каждой главе, наряду с рассмотрением отдельных устройств, приведены примеры применения их новаторами производства. После обзора общих положений по механизации и автоматизации обработки на металлорежущих станках (глава первая) рассматриваются механизмирующие и автоматизирующие устройства для токарных станков (глава вторая).

В главе третьей дано описание устройств для автоматизации циклов обработки на токарных станках и приведены результаты

экспериментальных исследований. В главах четвертой, пятой и шестой рассматриваются механизмирующие и автоматизирующие устройства для револьверных, многорезцовых, карусельных, сверлильных и расточных станков. Глава седьмая посвящена описанию устройств для фрезерных и строгальных станков.

На шлифовальных станках применяются не только обычные устройства, но и устройства для активного контроля в процессе обработки. Описание тех и других приведено в главе восьмой.

Автоматизация загрузки, установки и закрепления обрабатываемых деталей в книге не рассматривается, так как с этими вопросами можно ознакомиться по имеющимся монографиям.

Все пожелания и замечания автор примет с благодарностью и просит направлять их по адресу: Машгиз, Ленинградское отделение.

Автор

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Значение механизации и автоматизации обработки

Значительное повышение производительности при обработке деталей на действующих металлорежущих станках может быть достигнуто скоростной обработкой их, в частности с большими подачами, а также применением приспособлений прогрессивных конструкций, механизмирующих и автоматизирующих устройств. Для правильной оценки указанных факторов повышения производительности труда необходимо рассмотреть отдельные слагаемые нормы времени. Воспользуемся результатами работ по фотографированию и хронометражу рабочих процессов в условиях индивидуального, мелкосерийного и крупносерийного производства, выполненных ЭНИМС [52].

Как известно, расчет штучного калькуляционного времени на обработку детали производится по формуле:

$$T_{шт. к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт} \text{ мин.},$$

где $T_{п.з}$ — подготовительно-заключительное время;

$T_{шт}$ — штучное время;

n — количество деталей в партии.

Расчет технической нормы штучного времени осуществляется по формуле:

$$T_{шт} = T_{м} + T_{в} + T_{т. об} + T_{о. об} + T_{отд} \text{ мин.},$$

где $T_{м}$ — основное (машинное) время;

$T_{в}$ — вспомогательное время;

$T_{т. об}$ — время технического обслуживания рабочего места;

$T_{о. об}$ — время организационного обслуживания рабочего места;

$T_{отд}$ — время на отдых и естественные надобности.

В табл. 1 приведены обобщенные данные по затратам времени при обработке деталей на токарных, сверлильных и шлифовальных станках.

Таблица 1

Затраты времени при обработке деталей на токарных, сверлильных и круглошлифовальных станках (по данным ЭНИМС)

Виды затрат времени	Токарные средних размеров		Вертикально-сверлильные	Круглошлифовальные			
	Затраты рабочего времени в % к штучной норме в производствах						
	индивидуальном	мелко-серийном	крупно-серийном	мелко-серийном	крупно-серийном	мелко-серийном	крупно-серийном
Подготовительно-заключительное время ($T_{п.з}$)	28,4	18,6	12,4	5,9	3,2	6,5	3,0
Вспомогательное время ($T_{в}$)	34,1	28,3	20,5	28,8	22,4	29,0	27,0
Машинное время ($T_{м}$)	24,6	36,2	47,4	51,4	64,5	48,0	59,8
Время технического и организационного обслуживания рабочего места ($T_{т.об}$ и $T_{о.об}$)	8,4	8,3	6,3	13,9	9,9	16,5	10,2

Из этой таблицы видно, что при работе на токарных станках средних размеров процент машинного времени по отношению к штучному оказывается небольшим; в условиях крупносерийного производства он менее 50%, а в условиях индивидуального производства даже менее 25%.

Более высокий процент машинного времени при работе на вертикально-сверлильных и круглошлифовальных станках по сравнению с токарными объясняется тем, что на этих станках скоростные методы обработки применяются недостаточно.

Неблагоприятное соотношение отдельных видов затрат времени вызвано также и недостаточным применением приспособлений рациональных конструкций, механизмирующих и автоматизирующих устройств.

В настоящее время, благодаря внедрению скоростных методов обработки, в особенности скоростной обработки с большими подачами, достигается резкое уменьшение машинного времени, но затраты времени на вспомогательные приемы еще значительны.

В табл. 2 (по данным ЭНИМС) приведены средние затраты времени на выполнение вспомогательных приемов.

Как видно из табл. 2, на контроль размеров деталей расходуется значительное время, так как обработка деталей на станках общего назначения в условиях серийного машиностроения часто осуществляется по промерам.

Уменьшение вспомогательного времени и повышение производительности может быть достигнуто работой по настройке,

Таблица 2

Средние затраты вспомогательного времени на установку и закрепление деталей, управление станком и контроль размеров обрабатываемых деталей

Наименование элементов вспомогательного времени	Токарные станки средних размеров	Вертикально-сверлильные станки	Круглошлифовальные станки			
	Продолжительность в % к времени					
	вспомогательному	штучному	вспомогательному	оперативному	вспомогательному	оперативному
Установка и закрепление деталей	29,1	15,7	40	20,6	—	—
Управление станком	54,6	21,6	50,1	24,8	69,7	28,6
Контроль размеров деталей	24,9	13	9,8	4,6	20,5	9,8

оснащением станков приспособлениями рациональных конструкций, механизмирующими и автоматизирующими устройствами.

Использование механизмирующих устройств связано с частичной или полной заменой физического труда рабочего.

Например, замена на токарных станках патронов с винтовым ручным зажимом самозажимными пневматическими или гидравлическими позволяет облегчить труд рабочего при закреплении обрабатываемых деталей. Другим примером является оснащение станков механизмами автоматического отвода супортов и столов.

Внедрение автоматизации, как высшей формы механизации, связано с применением устройств, освобождающих рабочего от многократного повторения одних и тех же процессов; при этом функции рабочего сводятся лишь к контролю за работой станка.

Оснащение станков общего назначения устройствами, позволяющими автоматизировать циклы обработки деталей, обычно приводит к превращению их в полуавтоматы. Дальнейшее развитие автоматизации связывается с автоматизацией загрузки и закрепления обрабатываемых деталей; в таких случаях станок работает как автомат.

Вместе с уменьшением вспомогательного времени необходимо уменьшать и подготовительно-заключительное время, которое расходуется на ознакомление с чертежом, на кинематическую и технологическую настройки станка, сдачу обработанных деталей и т. п. Данные ЭНИМС о средней продолжительности времени отдельных элементов подготовительно-заключительной работы приведены в табл. 3.

Из таблицы видно, что на установку и снятие приспособлений и режущих инструментов, а также на обработку первых деталей в

Таблица 3

Средние затраты времени на отдельные элементы
подготовительно-заключительной работы

Наименование элементов	Токарные станки средних размеров		Вертикально-свер- лильные станки		Круглошлифо- вальные станки	
	Продолжительность в %, к времени одной смены в производствах					
	индиви- дуальном	мелко- серийном	индиви- дуальном	мелко- серийном	индиви- дуальном	мелко- серийном
Установка и снятие при- способлений	3,4—10,4	2,8—5,2	2,05— —2,76	1,01— —1,34	0,6	0,3
Установка и снятие рез- цов и других режущих инструментов	3,9—5,0	1,9—2,6	2,34	0,56	0,7	0,4
Установка режимов реза- ния: числа оборотов шпин- деля и подачи	0,18	0,08	0,18	0,05	—	—
Перемещение стола в вер- тикальном направлении	—	—	0,27	0,05	—	—
Перемещение шпинделя в вертикальном направлении	—	—	0,15	0,05	—	—
Установка втулки быстро- сменного патрона	—	—	1,32	1,05	—	—
Установка упоров	—	—	0,12	0,03	0,4	0,3
Установка числа оборотов обрабатываемой детали и шлифовального круга	—	—	—	—	0,4	0,2
Установка продольной по- дачи стола и поперечной по- дачи шлифовального круга	—	—	—	—	0,5	0,2
Обработка первых налад- очных деталей	—	—	2,06	1,34	2,2	0,65

процессе настройки и другие элементы расходуется значительное время, а время, затрачиваемое на кинематическую настройку (установление режимов резания), невелико.

Поэтому необходимо, в первую очередь, изыскивать средства для ускорения настройки станков.

Следует также иметь в виду, что важными факторами снижения затрат подготовительно-заключительного времени являются: правильное планирование работ, закрепление определенных деталей за данным станком, хорошая организация и обслуживание рабочего места.

Следовательно, задача, связанная с повышением производи-
тельности при обработке деталей, получит наиболее полное и
обоснованное решение, когда будет обеспечено одновременное
уменьшение отдельных слагаемых нормы времени.

2. Работа на металлорежущих станках по методу
автоматического получения размеров

Механизация и автоматизация обработки неразрывно связаны
с решением вопроса об автоматическом получении размеров
и требуемой формы обрабатываемых деталей.

В практике машиностроительных заводов для получения
точности требуемых чертежом размеров применяются два метода
работы — по промерам и настройке.

Первый метод характеризуется тем, что при обработке деталей
рабочий перед осуществлением нового прохода производит уста-
новку резца на стружку. Получение требуемого размера обычно
сопровождается необходимостью ряда проходов, и все же точность
обработки получается невысокой, так как резцом можно снять
стружку толщиной не менее 0,005 мм [31]. Метод работы по
промерам применяется при индивидуальном и мелкосерийном
производстве. Работа по настройке в таких случаях не всегда
оказывается целесообразной из-за большой затраты времени на
ее выполнение. При автоматизации станков шлифовальной группы
(гл. 8) находит применение метод рефлекторной автоматики.
В этом случае работа по промерам заменяется работой устрой-
ства, контролирующего без участия рабочего процесс шлифования
и завершающего обработку в момент получения требуемого раз-
мера.

Метод работы по настройке, являющийся более прогрессивным
по сравнению с методом работы по промерам, может быть легко
осуществлен при использовании устройств, обеспечивающих
автоматическое получение размеров. При работе по настройке
обрабатываемая деталь и режущий инструмент должны занимать
строго определенное положение (одинаковое для всех деталей
данной партии) относительно станка, на котором производится
обработка.

При обработке деталей на настроенном станке неизбежно рас-
сеивание размеров, которое вызывается следующими случай-
ными факторами [31]: а) колебанием припусков на обработку и
механических свойств обрабатываемого материала; б) неточностью
базировки и изготовления приспособлений; зазорами в подшип-
никах шпинделей и гайках винтов поперечной подачи; в) рас-
стройством всей технологической системы: станок—приспособле-
ние—деталь—инструмент (ослаблением крепления резцедержа-
телей, пинолей задних бабок, увеличением зазоров в стыках
и т. д.); г) неопределенностью начального износа инструментов
и их притуплением.

Кроме случайных имеются также и систематические погрешности, например, от износа инструментов и их нагревания. В связи с этим для получения при обработке заданного размера необходимо обеспечить надлежащее состояние системы — приспособление — деталь — инструмент и правильно рассчитать настроечные размеры.

Успешное применение метода работы по настройке связано с упрощением и ускорением настройки станков. В условиях серийного машиностроения следует стремиться к тому, чтобы настройка осуществлялась самими стапочниками, а не специальными настройщиками. Это возможно при соблюдении следующих условий: а) снабжение станочника материалами для быстрого и точного определения оптимальной величины рабочего настроечного размера; б) разработка и применение оснастки прогрессивных конструкций для смены инструментов без поднастройки; в) применение по возможности постоянных настроек; г) обеспечение простоты, быстроты и надежности контроля настройки у станка; д) уменьшение погрешности настройки при минимальном количестве пробных деталей.

Проф. А. П. Соколовский рекомендует величину рабочих настроечных размеров при обработке валов и отверстий определять по следующим формулам [31]:

для вала

$$L_{н.р} = L_{мин} + \frac{\Delta_{р.н}}{2} + \Delta_0;$$

для отверстия

$$L_{н.р} = L_{макс} - \frac{\Delta_{р.н}}{2} - \Delta_0,$$

где $L_{н.р}$ — рабочий настроечный размер;

$\Delta_{р.н}$ — полное рассеивание при настройке на размер;

Δ_0 — изменение размера в начале обработки партии деталей (с учетом нагревания инструмента, самопроизвольного смещения супорта и других факторов).

Полное рассеивание при настройке на размер $\Delta_{р.н}$ получается в результате суммирования двух слагаемых: мгновенного начального рассеивания в начале обработки партии ($\Delta_{р.м.нач}$) и рассеивания, связанного с погрешностями самой настройки ($\Delta_{р.настр}$), и вычисляется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta_{р.н} &= 1,2 \sqrt{\Delta_{р.м.нач}^2 + \Delta_{р.настр}^2} = \\ &= 1,2 \sqrt{\Delta_{р.м.нач}^2 + \Delta_{р.смещ}^2 + \Delta_{р.регул}^2 + \Delta_{р.изм}^2}, \end{aligned}$$

где $\Delta_{р.смещ}$ — смещение центра группирования средних размеров пробных деталей от истинного центра группирования их,

$\Delta_{р.регул}$ — погрешность регулирования положения режущего инструмента;

$\Delta_{р.изм}$ — погрешность измерения пробных деталей.

Так как величины $\Delta_{р.м.нач}$, $\Delta_{р.смещ}$, $\Delta_{р.регул}$ и $\Delta_{р.изм}$ случайны, то при вычислении $\Delta_{р.н}$ суммирование упомянутых величин производится по закону квадратного корня [30].

В статье проф. А. Б. Яхина [51] рекомендуется при расчетах, связанных с определением настроечных размеров, пользоваться точностными диаграммами, полученными или на основе выборочного обмера деталей после обработки, или в результате построений, основанных на опытных и теоретических исследованиях.

По данным проф. А. Б. Яхина, настройка считается выполненной правильно (при четырех пробных деталях) в случае проверки диаметров пробных деталей универсальным измерительным инструментом, если соблюдено неравенство:

$$L_{н.мин} + 3,5\sigma_n \leq L_{ср} \leq L_{н.макс} - 3,5\sigma_n.$$

При шести пробных деталях рекомендуется соблюдать неравенство:

$$L_{н.мин} + 3\sigma_n \leq L_{ср} \leq L_{н.макс} - 3\sigma_n,$$

где $L_{н.мин}$ и $L_{н.макс}$ — пределы, за которые не должны выходить размеры пробных деталей, причем

$$L_{н.мин} = L_{мин} + a$$

и

$$L_{н.макс} = L_{макс} - b;$$

$L_{н.мин}$ и $L_{н.макс}$ — наименьший и наибольший предельные размеры, заданные чертежом;

σ_n — среднее квадратическое отклонение, характеризующее рассеивание размеров в момент настройки;

$L_{ср}$ — средний арифметический размер пробных деталей;

a и b — параметры определяемые по точностной диаграмме обработки.

Приведенными выше формулами рекомендуется пользоваться при определении величины рабочего настроечного размера. Следует, однако, иметь в виду, что значения величин, входящих в эти формулы, должны быть уточнены применительно к конкретным условиям обработки.¹

Для сокращения времени и повышения точности настройки необходимо применять постоянные и типовые настройки, например, наборы фрез на оправках, сменные губки в тисках с быстродействующим зажимом, а также взаимозаменяемые инструменты.

Эти вопросы подробно рассматриваются в гл. 4—6 применительно к револьверным, многолезцовым и расточным станкам.

¹ Некоторые цифровые примеры см. в работах [31, 51].

Применение постоянных настроек и взаимозаменяемых инструментов следует рекомендовать также и для станков других типов.

При настройке станков по методу обработки пробных деталей контроль размеров последних осуществляется универсальными измерительными инструментами, рабочими предельными калибрами и калибрами настройщика. Положение резца регулируется по лимбу, индикатору и другим инструментам.

При статической настройке установка на размер производится главным образом по образцам, габаритам (установкам для фрез) и с помощью индикаторных приборов. В случаях обработки деталей, например, на токарных станках, применяются устройства, с помощью которых механизмируется получение диаметральных и продольных размеров. К таким устройствам (см. схему 1) относятся: лимбы, индикаторные упоры, неподвижные упоры и т. д. Сведения о точности, достигнутой при использовании тех или других устройств, приведены в табл. 8—10.

При настройке станка на размер следует обеспечить наиболее точное совпадение центра группирования погрешностей с точкой, соответствующей расчетной величине рабочего настроечного размера. Универсальные измерительные инструменты, используемые для обмера деталей в процессе настройки, должны допускать отсчет размеров не ниже $\frac{1}{5}$ от поля допуска на изготовление детали [31]: при работе по 3-му классу точности 0,005—0,010 мм и при работе по 4-му классу точности 0,02—0,05 мм.

Контроль размеров жесткими рабочими калибрами при настройке не дает возможности судить о фактических размерах пробных деталей. Поэтому для подтверждения правильности настройки станка необходимо обработать значительное количество пробных деталей. Если их размеры не выходят за пределы поля допуска, то это свидетельствует о правильности настройки. Для уменьшения количества пробных деталей иногда применяют калибры настройщика с более узкими полями допусков.

Следует отметить, что использование калибров настройщика вызывает дополнительные производственные затраты, связанные с их изготовлением, и, кроме того, узкое поле допуска у них затрудняет настройку станка. При статической настройке погрешности складываются из неточностей изготовления образца, погрешностей поправки к подсчитанному размеру по формулам (стр. 10) и погрешностей установки режущего инструмента.

Применение обработанных деталей в качестве образцов для настройки менее целесообразно по сравнению со специальными образцами, которые рекомендуется изготавливать стальными, закаливать, шлифовать и, если требуется, доводить.

При установке резца между его вершиной и образцом помещают щуп или бумажку; возможна также установка по электроконтакту. В этом случае погрешность диаметральных размеров, вызываемая настройкой, составляет ± 20 —40 мк. Погрешность может быть снижена до 10 мк при установке по предельному щупу.

Для повышения точности статической настройки целесообразно внести коррективы в размер образца с учетом влияния деформаций системы, изменения температуры и других факторов, пользуясь данными обмеров ранее обработанных деталей.

Настройка может быть осуществлена также с использованием взаимозаменяемой оснастки [52]; применения образцов в данном случае не требуется. Установка взаимозаменяемых режущих инструментов производится по соответствующим базовым поверхностям приспособлений, чем обеспечивается правильное положение инструментов относительно шпинделя станка.

При многоинструментальной настройке применяются те же методы, однако для обработки деталей, например, на многорезцовых станках, настройку рекомендуется осуществлять вне станка.

Поднастройка станков в условиях работы с автоматическим получением размеров имеет исключительно важное значение. Для сокращения времени на поднастройку и повышения точности обрабатываемых деталей необходимо установить новый инструмент таким образом, чтобы положение его режущего лезвия точно совпадало с положением лезвия инструмента, работавшего ранее. Это может быть достигнуто применением взаимозаменяемых инструментов.

В процессе обработки деталей на настроенных станках необходимо организовать статистический контроль получаемых размеров.

3. Направления работ в области механизации и автоматизации обработки

Автором разработаны схемы классификации механизмирующих и автоматизирующих устройств применительно к станкам отдельных групп. Приводим схему 1 классификации для станков токарной группы.¹

Направление работ в области механизации и автоматизации обработки на станках различных групп носит общий характер, поэтому упомянутая классификация используется при описании устройств и для других групп станков.

В классификации рассматриваются как устройства встроенные в станки, так и пристраиваемые к ним. К первым относятся, например, поперечные и продольные лимбы, падающие червяки, имеющие такое конструктивное исполнение, которое придается им станкостроительными заводами-изготовителями. Эти устройства используются для осуществления простейших элементов механизации и автоматизации.

Пристраиваемые устройства обычно сложнее, чем встроенные, и ими станки в процессе эксплуатации оснащаются дополнительно. Эти устройства изготавливаются станкостроительными заводами, а также заводами, на которых станки используются.

¹ Приведенная классификация устройств не должна рассматриваться как окончательная.

Механизирующие и автоматизирующие устройства применительно к токарным станкам разделяются на следующие подгруппы (схема 1).

К механизирующим относятся устройства:

- 1) ускоряющие настройку станков;
- 2) механизирующие установку и закрепление обрабатываемых деталей;

- 3) механизирующие управление и обслуживание станков;

- 4) механизирующие контроль обрабатываемых деталей.

В первую подгруппу входят устройства, ускоряющие кинематическую и технологическую настройки станков.

Вторую подгруппу составляют: а) самозажимные хомутики; б) патроны для установки деталей на ходу; в) патроны пневматические, гидравлические, магнитные и др.; г) оправки самозажимные, с роликами и др.; д) прочие механизирующие устройства. В третью подгруппу входят устройства для механизации: а) установки, выверки и закрепления инструментов; б) получения диаметральных и продольных размеров; в) установочных и холостых перемещений; г) обслуживания станка.

Четвертую подгруппу составляют устройства: а) для настройки, обеспечивающие получение заданных размеров; б) для контроля в процессе обработки с визуальным отсчетом.

К автоматизирующим относятся устройства:

- 1) ускоряющие настройку станков;
- 2) автоматизирующие установку, закрепление и удаление обрабатываемых деталей;

- 3) автоматизирующие управление и обслуживание станков;

- 4) автоматизирующие контроль обрабатываемых деталей;

- 5) автоматизирующие циклы обработки деталей.

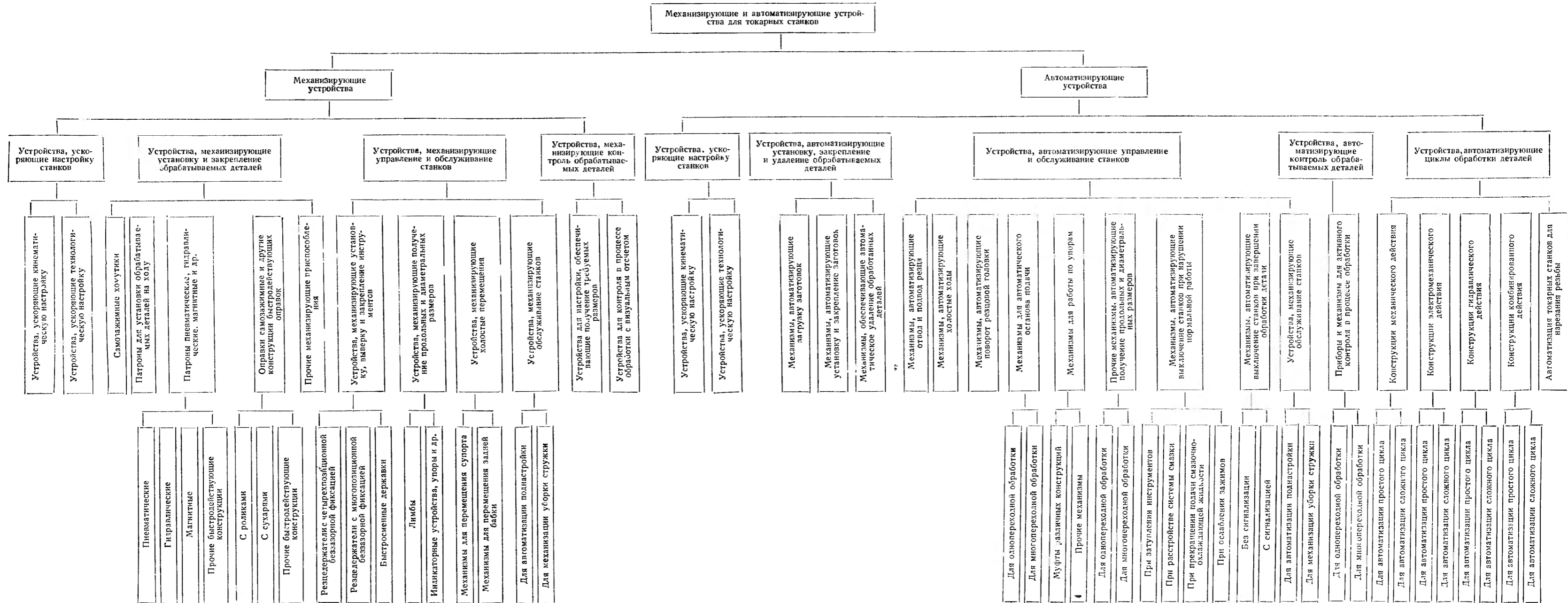
В первую подгруппу включаются устройства, ускоряющие кинематическую и технологическую настройки станков.

Вторую подгруппу составляют механизмы для автоматизации: а) загрузки заготовок; б) установки, выверки и закрепления заготовок; в) удаления обработанных деталей.

В третью подгруппу включаются устройства и механизмы для автоматизации: а) отвода и подвода резца; б) холостых ходов; в) работы по упорам; г) останова супорта; д) поворота резцовой головки; е) получения диаметральных и продольных размеров; ж) выключения станков при нарушении нормальной работы; з) выключения станков при завершении обработки детали; и) устройства, механизирующие обслуживание станка.

Четвертая подгруппа состоит из устройств, характеризующихся применением приборов и механизмов для активного контроля в процессе обработки. В пятую подгруппу входят устройства: а) механические; б) электромеханические; в) гидравлические; г) комбинированные; д) автоматизирующие нарезание резьбы.

Схема 1. Классификация механизмирующих и автоматизирующих устройств



ГЛАВА ВТОРАЯ

МЕХАНИЗИРУЮЩИЕ И АВТОМАТИЗИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

На отечественных машиностроительных заводах с индивидуальным и серийным производством в эксплуатации находится большое количество токарных станков (около 30% всего парка металлорежущих станков), поэтому механизация и автоматизация токарной обработки дает в ряде случаев значительный экономический эффект.

Механизирующие и автоматизирующие устройства для станков токарной группы, по сравнению с соответственными устройствами для металлорежущих станков других групп, получили наибольшее развитие по назначению, а также конструктивному оформлению.

Практическое применение нашли наиболее простые устройства, позволяющие настраивать станок для работы по методу автоматического получения размеров, и устройства для работы на станке по автоматическому циклу.

Описание механизмирующих и автоматизирующих устройств для станков токарной группы дано в соответствии со схемой 1.

4 Механизирующие устройства, ускоряющие настройку, управление и обслуживание станков

Устройства, ускоряющие настройку станков

В настоящее время ускорение настройки и поднастройки станков достигается, главным образом, применением постоянных и типовых настроек, а также взаимозаменяемых инструментов, описание которых приведено в гл. 1, 4, 5 и 6.

Устройства, механизмирующие установку и закрепление обрабатываемых деталей, подробно описаны в различных трудах и поэтому они здесь не рассматриваются.

Устройства, механизмирующие установку, выверку и закрепление инструментов

Конструкции резцедержателей с безззорной фиксацией должны допускать удобную и быструю установку резцов, точное фиксирование самих резцедержателей и быстрое их закрепление в новом положении.

На заводах применяют резцедержатели одорезцовые, двухрезцовые, четырехрезцовые и специальные револьверные с вертикальной и горизонтальной осями вращения, сменные и др.

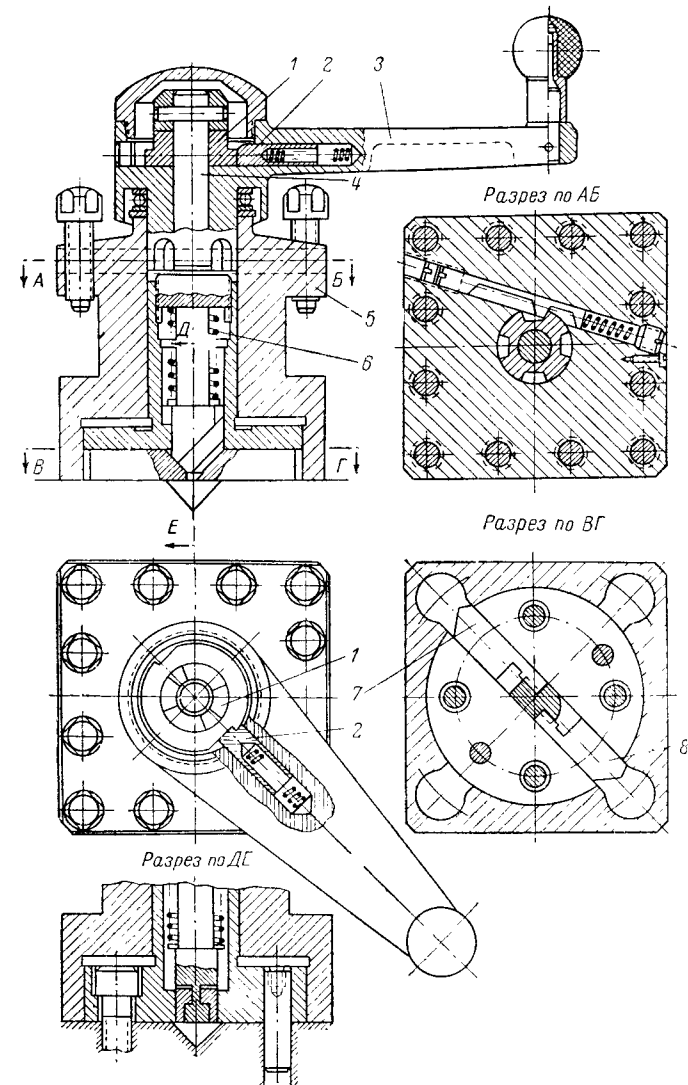
Наибольшее сокращение вспомогательного времени достигается при использовании резцедержателей с однорукоятным управлением, однако не все конструкции резцедержателей этого типа удачны; их недостатком чаще всего является неточность фиксирования.

Фиксаторы цилиндрической формы дают значительную погрешность. Например, в станках 1Д62 фиксатор имеет диаметр 18 мм и соединяется с соответствующим отверстием посадкой движения 2-го класса точности. При этом в новых резцедержателях возможная суммарная ошибка фиксации, отнесенная к положению вершины резца, составляет 0,05 мм, что приводит к погрешности до 0,1 мм обрабатываемой детали. По мере износа фиксаторов точность фиксации понижается и погрешность может доходить до 0,5 мм [9].

В случае необходимости применения цилиндрического фиксатора его следует хорошо центрировать и он должен иметь коническую форму фиксирующей части.

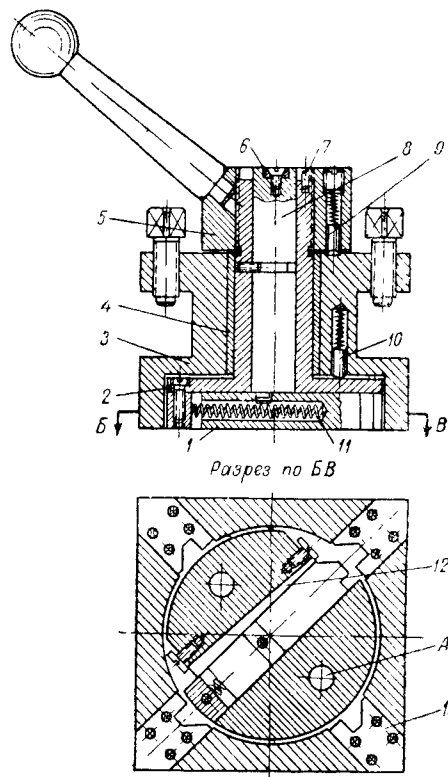
На фиг. 1 показан резцедержатель с безззорной фиксацией конструкции инж. В. Д. Горбункова. В этом резцедержателе осуществляется двойная фиксация, причем фиксация, отжим, зажим и поворот головки производится одним рычагом 3. В корпусе головки 5 помещается валик 4 со скосами, управляющий движением фиксаторов 7 и 8. Торцевой кулачок 1 поднимает валик 4. Штифтом 2 осуществляется поворот кулачка 1. В головке имеются два фиксатора: упорный 7 и натяжной 8. Пружина 6 связана с работой фиксаторов. Этот резцедержатель может быть использован при работе на станках 1Д62М и 1Д62.

На фиг. 2 изображена конструкция резцедержателя с высокой точностью фиксирования [24]. В корпусе 3 резцедержателя запрессована стальная закаленная втулка 4, внутри которой проходит пустотелый цементированный и закаленный центрирующий стержень 2, имеющий на конце большой фланец. Стержень через отверстия А прикрепляется двумя винтами или непосредственно к супорту, или через пластинку, входящую в Т-образный паз супорта. В стержне 2, внизу, имеется прямоугольный паз, в котором перемещается фиксатор 1. Его фиксирующая часть под действием пружины 11 входит в отдельные, термически обработанные пластинки 13, прикрепленные к корпусу 3. Клипом 12 выбирается



Фиг. 1. Резцедержатель с безззорной фиксацией конструкции инж. В. Д. Горбункова.

и регулируется зазор между стержнем 2 и фиксатором 1. Вывод фиксатора из гнезда производится эксцентрично расположенным цилиндрическим выступом валика 8.



При повороте гайки 5 против часовой стрелки корпус 3 освобождается и цилиндр 9 своим выступом поворачивает его. Вместе с этим поворачивается средний стержень 8, выводящий фиксатор 1 из гнезда. Поворот стержня 8 происходит вместе с поворотом гайки 5, так как пластинка 6 входит в пазы, имеющиеся в гайке 5 и в стержне 8. Ограничителем поворота гайки 5 является штифт 7, в который упирается пластинка 6. Цилиндром 10 фиксируется положение головки после поворота. При обратном повороте гайки 5 корпус 3 удерживается на месте цилиндром 10, и фиксатор 1 под действием пружины 11 занимает рабочее положение. В конце поворота осуществляется жесткое крепление резцедержателя.

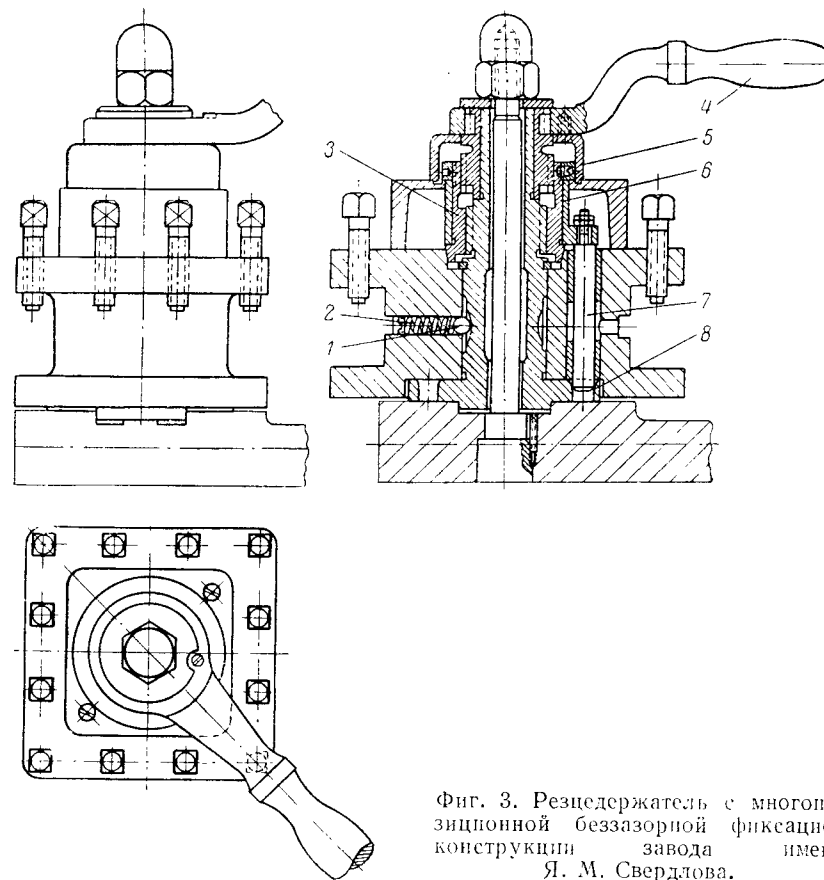
Фиг. 2. Резцедержатель с безазорной фиксацией.

Резцедержатели с многопозиционной безазорной фиксацией

На фиг. 3 представлен резцедержатель с двенадцатипозиционной фиксацией, применяемый на станкостроительном заводе имени Я. М. Свердлова, имеющий точность до 0,05 мм на радиусе 100 мм [47] при установке в любой позиции. Установка в определенном положении осуществляется фиксатором 7, связанным с держателем 6. Перед установкой в новое положение совершают рукояткой 4 два оборота; одновременно поворачивается втулка 5; при помощи резьбы втулки 5 совершается подъем втулки 3 и держателя 6, а вместе с ними и фиксатора 7. Последний выходит из фиксирующего отверстия делительной втулки 8 и резцедержатель устанавливается в новое положение, причем шарик 1 под действием пружины 2 заскакивает в соответствующую лунку. Вслед

за этим поворотом рукоятки 4 производится окончательное фиксирование и закрепление резцедержателя.

На управление однорукояточными резцедержателями требуется в 4—5 раз меньше времени, чем на управление обычными резцедержателями.

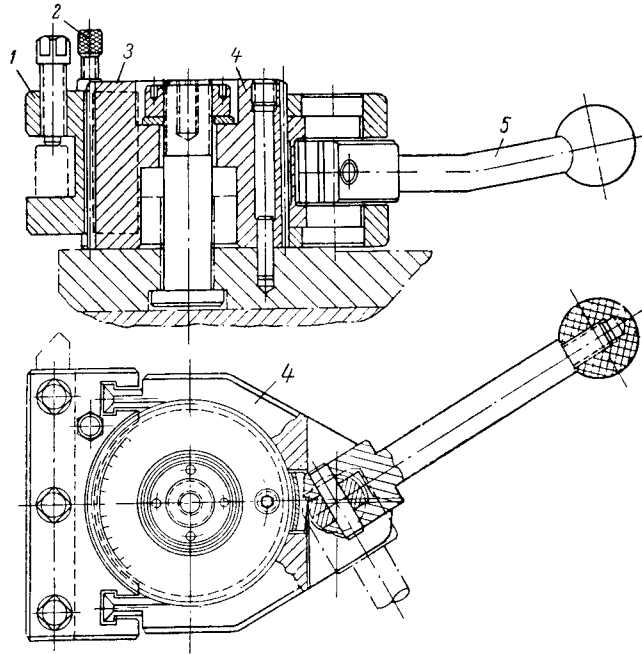


Фиг. 3. Резцедержатель с многопозиционной безазорной фиксацией конструкции завода имени Я. М. Свердлова.

Для устранения потерь времени при установке резцов в резцедержателе следует использовать мерные резцы и тщательно обработанные мерные подкладки, а также державки (в случае достаточной их жесткости), в которых закрепление резцов производится вне станка.

Быстросменная державка (фиг. 4), предложенная ЭНИМС [52] взамен четырехпозиционных резцедержателей, характеризуется применением сменных державок 1, в которые можно закреплять не только резцы, но и сверла, развертки и другие инструменты. Державка 1 при установке надевается на зубья неподвижного цилиндра 3 и на два Т-образных выступа

зажимной скобы 4. Отрегулированная по высоте винтом 2 державка закрепляется поворотом рукоятки 5, что сопровождается перемещением скобы 4 вправо и затягиванием устройства эксцентриковым зажимом. Крепление получается надежным. Время на



Фиг. 4. Быстрозменная державка.

смену державок, в которые заранее закрепляются те или другие инструменты, составляет около 6 сек.

Державки, по сравнению с четырехпозиционными резцедержателями, имеют то преимущество, что они позволяют удобно устанавливать защитные щитки от стружки, так как рукоятка 5 не мешает их расположению.

Устройства, механизующие получение продольных и диаметральных размеров

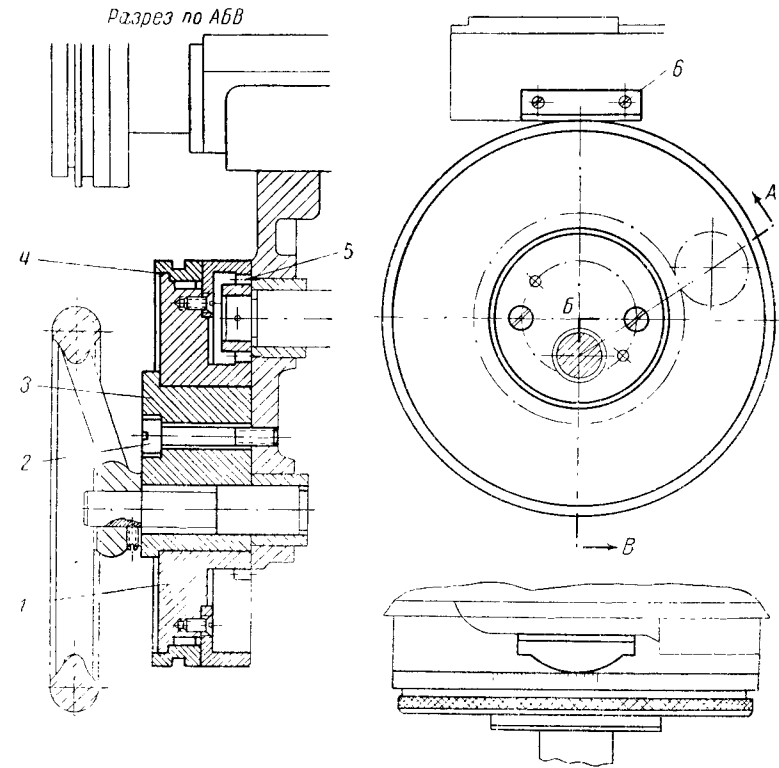
К рассматриваемой группе устройств относятся продольные и поперечные лимбы, а также неподвижные и индикаторные упоры. Поперечные лимбы являются механизмами, встроенными в станок.

Продольные лимбы используются для установки резца на размер и для отсчета одного или нескольких размеров при автоматической подрезке или подрезке вручную уступов на

20

деталях. Некоторые из наиболее характерных конструкций продольных лимбов приведены на фиг. 5—10.

На фиг. 5 изображен лимб для продольного точения к станкам 1Д62М и 1Д62. Шестерня 5 ($z = 40$; $m = 1$ мм), изготовленная из стали 45 и закаленная, вращает диск-шестерню 1 ($z = 106$; $m = 1$ мм), также изготовленную из того же материала. Диск



Фиг. 5. Продольный лимб к станкам 1Д62 и 1Д62М.

падет на чугунную втулку 3, привертнутую к фартуку супорта винтами 2. На диск 1 надето кольцо 4 из стали 45; на кольце нанесено 300 делений с ценой деления 1 мм. Риска на пластинке 6 используется для отсчета размеров.

По этому же типу ЭИИМС разработал лимбы для станков 1Д63 и 1615 [40].

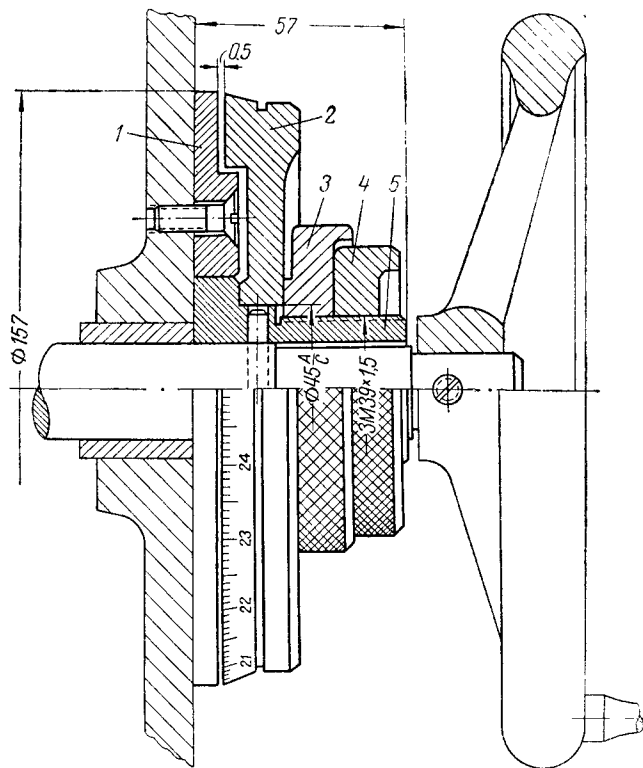
На фиг. 6 изображен лимб конструкции Московского завода шлифовальных станков, а на фиг. 7 — часть кинематической схемы фартука станков 1Д62 и 1Д62М, для которых предназначен лимб.

Один полный оборот лимба соответствует перемещению супорта на длину $\sim 24,6$ мм, что видно из следующей формулы:

$$1 \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \pi \cdot m_{p. ш} \cdot z_{p. ш} = 1 \cdot \frac{15}{69} \cdot \pi \cdot 3 \cdot 12 \cong 24,6 \text{ мм.}$$

На кольце 2 (фиг. 6) лимба нанесено 246 делений, и, следовательно, цена каждого деления $\sim 0,1$ мм.

Для установки резца на получение заданного размера освобождают контргайку 4 и гайку 3, накрученные на резьбу втулки 5; после этого поворачивают кольцо 2 до совмещения определенного



Фиг. 6. Продольный лимб конструкции Московского завода шлифовальных станков.

деления с рисккой, нанесенной на диск 1, повернутый к фартуку супорта.

Лимб имеет простую конструкцию; применение его целесообразно при обработке коротких деталей или коротких ступеней (длиной до 24 мм).

В одном из цехов завода имени Я. М. Свердлова для повышения точности отсчета в конструкцию лимба введен дополнительно диск 1 (фиг. 8), на который насажено кольцо 2. На кольце нанесено 250 делений. За один оборот лимба 4, имеющего 300 делений с ценой деления 1 мм, диск 1 делает 12 оборотов. Следовательно,

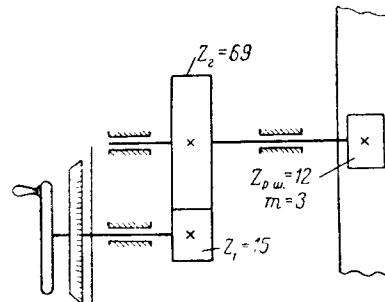
поворот на одно деление кольца 2 будет соответствовать продольному перемещению лимба на величину

$$x = \frac{300}{12 \cdot 250} = 0,1 \text{ мм.}$$

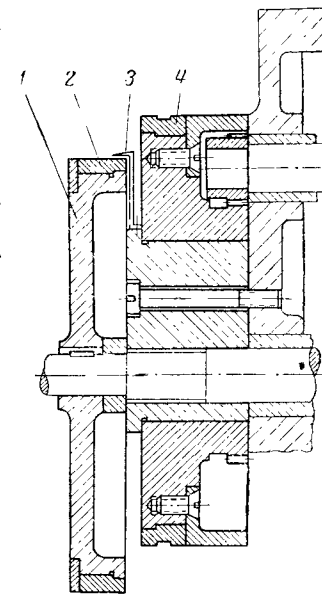
Отсчет размеров на кольце 2 производится с помощью стрелки 3.

Кроме рассмотренных конструкций применяется еще продольный дифференциальный лимб на станке 162К [24]. Точность отсчета размеров при использовании этого лимба такая же, как и в предыдущей конструкции, т. е. 0,1 мм. Однако конструкция лимба, применяемая на заводе имени Я. М. Свердлова, значительно проще.

При использовании продольных лимбов в условиях скоростной обработки деталей выключение автоматической подачи в требуемый момент



Фиг. 7. Часть кинематической схемы фартука станков 1Д62 и 1Д62М.



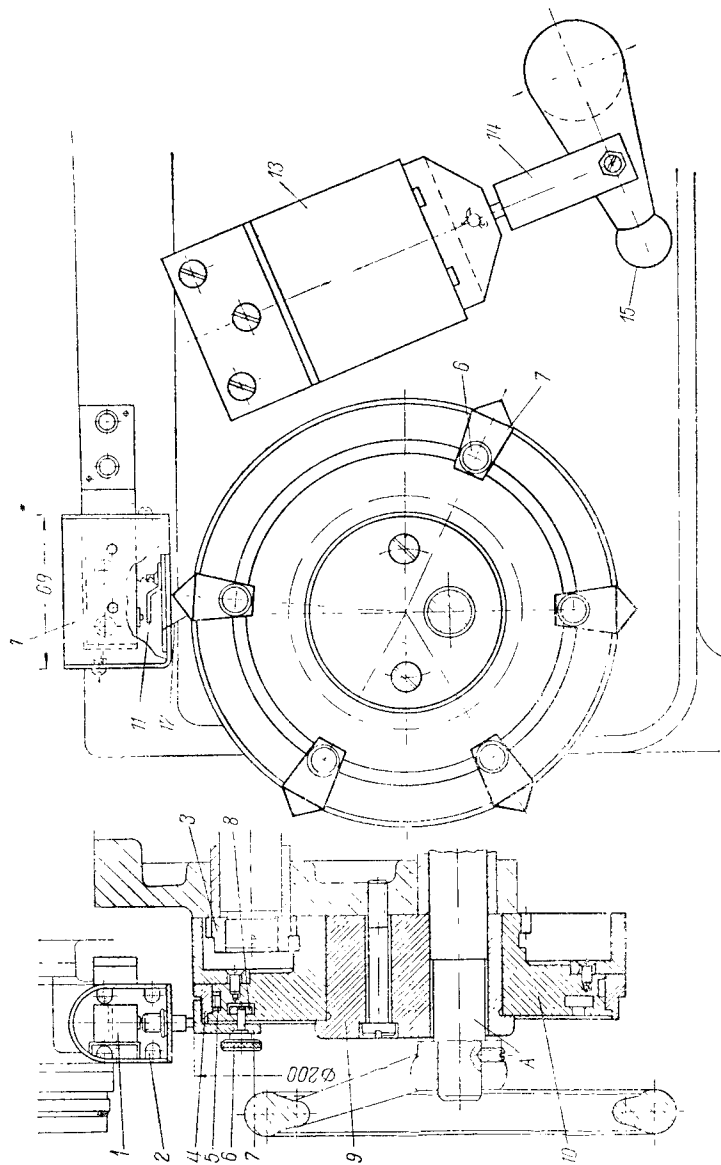
Фиг. 8. Продольный лимб конструкции завода имени Я. М. Свердлова.

затруднительно. Например, при допуске у обрабатываемой детали на размер по длине 0,3 мм, при обработке ее с подачей $s=0,3$ мм/об на станке 1А62 ($n_{\text{макс}} = 1200$ об/мин), время на выключение продольной подачи

$$T = \frac{0,3 \cdot 60}{1200 \cdot 0,3} = 0,05 \text{ сек.}$$

При работе с большими подачами и большими числами оборотов время на выключение автоматической подачи непрерывно уменьшается. Поэтому использование продольных лимбов, приведенных на фиг. 5—8, при скоростной обработке деталей с малыми допусками в ряде случаев оказывается невозможным.

Затруднения, связанные с ручным выключением автоматической подачи, устраняются применением электромеханического лимба (фиг. 9), сконструированного для станков



Фиг. 9. Электромеханический лимб.

1Д62 и 1Д62М на заводе «Красный пролетарий» инж. А. И. Болотиным и П. Д. Петренко.

Втулка 9 лимба посажена эксцентрично на валик А, связанный с механизмом ручного перемещения супорта, и привернута винтами к фартуку последнего. На втулку надет свободно поворачивающийся диск-шестерня 10, по пазу которого может скользить кольцо 4, удерживаемое в определенном положении пружиной 5. На внешней образующей кольца 4 нанесено 300 делений; перемещение на одно деление соответствует передвижению супорта в продольном направлении на 1 мм. С диском-шестерней связаны также упоры 7, которые после настройки на размеры закрепляются винтами 6, завертываемыми в сухари 8.

Шестерня 3 приводит во вращение диск-шестерню 10. Один из упоров 7 нажимает на кулачок 12; пружиной 11 производится включение микропереключателя 1 (закрытого кожухом 2), который через промежуточное реле перемещает стержень соленоида 13, осуществляющего рукояткой 15, путем перемещения тяги 14, выключение падающего червяка станка. В результате этого продольное автоматическое перемещение супорта прекращается. Соленоид работает с напряжением в 36 в. Вслед за прекращением подачи рабочий вручную устанавливает поперечные салазки супорта на обработку следующей шейки валика и включает падающий червяк. В дальнейшем работа осуществляется в такой же последовательности.

Настройка лимба на получение продольных размеров производится по образцам или тщательно обработанным деталям. Резец, закрепленный в резцедержателе супорта, подводят к первому уступу образца, затем перемещают упор 7 до соприкосновения с кулачком 12, и в положении, соответствующем срабатыванию соленоида, производят его закрепление. Таким же образом устанавливаются и другие упоры. Точность при настройке повышается при помощи нониуса, нанесенного на упоры 7. Цена деления нониуса 0,1 мм.

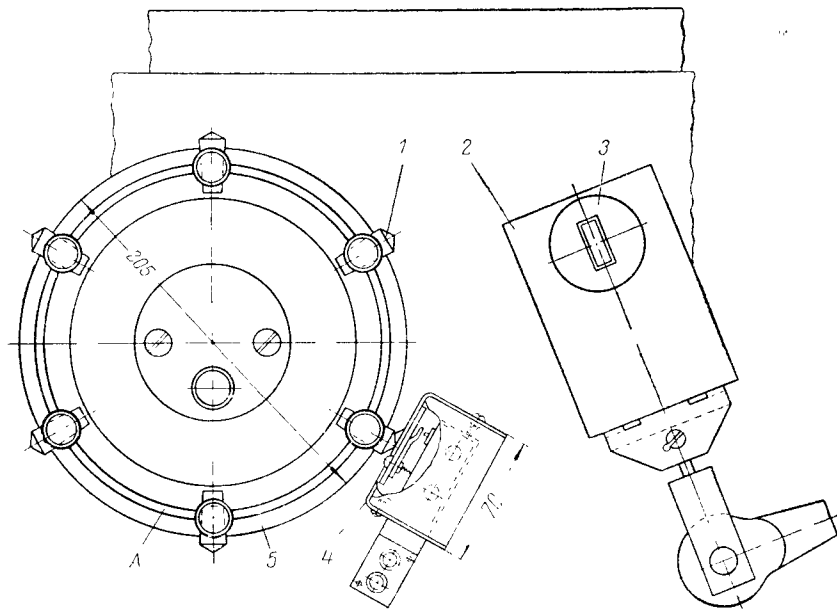
При использовании электромеханического лимба целесообразно сочетать его работу с какими-нибудь механизмирующими устройствами (индикаторные и неподвижные упоры и т. д.) для получения диаметральных размеров.

Рассмотренная конструкция электромеханического лимба не лишена недостатков. Так, например, в этой конструкции микропереключатель 1 размещен в верхней части супорта, вследствие чего нет возможности вести отсчет размеров при работе без электромеханического лимба. Кроме того, на соленоиде нет выключателя, что затрудняет обработку деталей, имеющих больше пяти ступеней при общей сумме длин уступов, превышающей 300 мм.

Новатор производства Г. С. Борткевич устранил эти недостатки, поместив микропереключатель 4 сбоку (фиг. 10) и установив на соленоиде 2 обычный выключатель 3; это позволило

обрабатывать детали длиной свыше 300 мм. Повысилась также жесткость упоров 1 за счет уменьшения вылета их, для чего на лимб было надето кольцо 5, снабженное пазом А, по которому так же, как и в предыдущей конструкции, скользят сухари.

Важным условием для успешного использования электролимбов является точное базирование обрабатываемых деталей. Для этого необходимо соблюдать правильное центрирование заготовок



Фиг. 10. Схема размещения микропереключателя и соленоида на фартуке станка, принятая на заводе имени Я. М. Свердлова

с выдерживанием определенного размера между центровыми гнездами; при работе с плавающим передним центром необходимо использовать заготовки, торцевые поверхности которых перпендикулярны их оси. Такие торцы используются в качестве базовых.

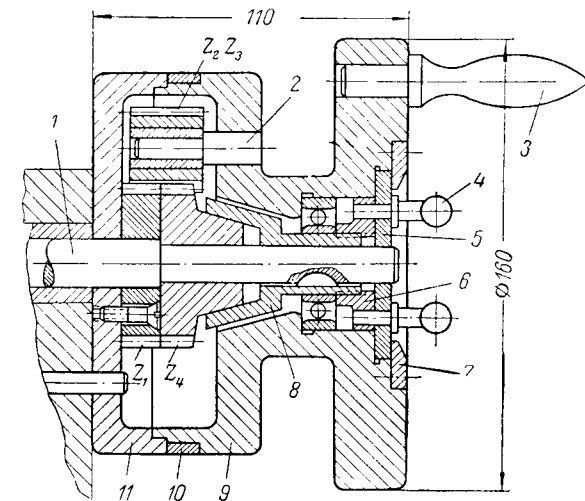
Для установки упоров электролимба в случае обработки 4-ступенчатых валиков с допусками на длины 0,2—0,3 мм на заводе имени Я. М. Свердлова расходовалось 3—8 мин.

Поперечные лимбы применяются при работе по промерам, а также для настройки станка при обработке детали по методу автоматического получения размеров.

В случае обработки деталей на токарных станках требуется, как правило, получать более высокую точность диаметральных размеров по сравнению с продольными. В связи с этим к поперечным лимбам предъявляются более жесткие требования точности, чем к продольным. В настоящее время применяются поперечные лимбы с точностью отсчета размеров от 0,1 до 0,005 мм, причем

встроенные лимбы обычно менее точны. Это объясняется малыми диаметрами лимбов (~50 мм), а также и невысокой точностью шкалы. Встроенные лимбы иногда модернизируются за счет увеличения их диаметра (до 100—120 мм) и применения шкал, отвечающих современным требованиям.

Ввиду того, что при обработке необходимо получать размеры деталей, допуски на изготовление которых не должны выходить за пределы 2—3-го классов ОСТ, наряду со встроенными лимбами



Фиг. 11. Поперечный лимб для отсчета размеров с точностью 0,005 мм.

применяются лимбы пристраиваемые, как более точные. Рассмотрим одну из конструкций такого лимба.

На фиг. 11 изображен лимб такого типа, применяемый на Горьковском автозаводе имени В. М. Молотова для отсчета размеров с точностью 0,1—0,005 мм.

Левая часть 11 корпуса лимба прикрепляется к фартуку супорта; к ней привернута шестерня z_1 . На правую часть 9 корпуса надето лимбовое кольцо 10; соответствующее деление кольца при установке на размер совмещается с риску, нанесенной на части 11. На винт 1 надеты шестерни z_1 и z_4 , коническая чашка 8, скользящая по шпунке, и диск 5. Последний удерживается в определенном осевом положении другим диском 7.

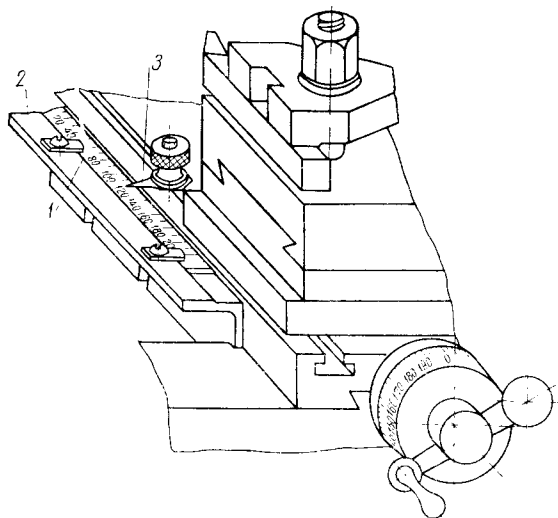
В зависимости от положения конической чашки 8 величина перемещения поперечных салазок супорта получается различной. Если чашку поворотом рукоятки 4 гайки 6 переместить вправо, т. е. заклинить в корпусе 9, то при повороте корпуса рукояткой 3 движение будет передаваться непосредственно винту 1. В том случае, когда чашка сдвинута влево, включается планетарный редуктор, и тогда движение будет передаваться по цепи: корпус 9—

шестерни z_2 и z_3 (поворачивающиеся на оси 2) — шестерня z_4 — конусная чашка — винт 1.

Числа зубьев шестерен приняты: $z_1 = 19$; $z_2, z_3 = 10$; $z_4 = 20$. В соответствии с этим передаточное число редуктора

$$i = \frac{1}{1 - \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4}} = \frac{1}{1 - \frac{19 \cdot 10}{10 \cdot 20}} = 20.$$

Если работа происходит без планетарного редуктора, цена деления лимба 0,1 мм; при включенном редукторе цена деления уменьшается в двадцать раз и становится равной 0,005 мм.



Фиг. 12. Применение масштабной линейки для отсчета размеров.

На автозаводе имени В. М. Молотова лимб используется для отсчета размеров при тонком и точном (2-й класс точности) растачивании втулок.

Следует иметь в виду, что рациональное применение лимбов с повышенной точностью отсчета возможно в том случае, если устранен зазор между торцом винта поперечной подачи и супорта.

В условиях индивидуального и мелкосерийного производства при большом разнообразии обрабатываемых диаметров целесообразно для ускорения отсчета целых миллиметров применять лимб и закрепленную масштабную линейку (фиг. 12). Линейка 1 прикрепляется к кронштейну 2, который, в свою очередь, прикреплен к каретке супорта. Стрелка-указатель 3 предназначена для отсчета целых миллиметров, десятые же и сотые доли миллиметра отсчитываются, как обычно, по лимбу.

Линейка закрепляется на кронштейне таким образом, чтобы при нулевом положении указателя 3 вершина резца совпадала с линией центров станка. После протачивания первой ступени детали и установления фактического ее размера положение линейки корректируют, что позволяет в отсчитываемом размере в значительной степени уменьшить погрешность, связанную с деформацией системы станок-приспособление-деталь-инструмент.

По опытным данным М. Г. Столбушинского [52], при использовании линейки и лимба можно обеспечить получение размеров по 3-му классу точности без пробных проходов и необходимости остановки станка. При таком методе отсчета время установки резца на размер уменьшается почти в два раза и соответственно достигается не менее 4% экономии штучного времени.

Продольные упоры относятся к простейшим устройствам, с помощью которых механизуется получение точных размеров по длине, а при сочетании работы упора с механизмом автоматического выключения подачи станка получение требуемого размера автоматизируется.

Обработка деталей с применением продольных упоров дает более высокую точность и производительность по сравнению с работой по продольным лимбам. При обработке многоступенчатых деталей наиболее целесообразно пользоваться многопозиционными продольными упорами или неподвижными однопозиционными вместе с длиноограничителями (стр. 34). В случаях, когда длиноограничителей не имеется, может быть оправдано применение лимбов.

Точность работы по упорам в зависимости от их конструкции (неподвижные, индикаторные и др.) колеблется в пределах 0,04—0,002 мм (стр. 110).

При использовании неподвижных упоров точность ограничения хода может быть наивысшей ~0,002—0,003 мм. Это достигается изготовлением упора и соприкасающегося с ним элемента из материалов, обладающих большим сопротивлением деформации (кроме твердого чугуна и стали применяют бериллиевую медь) [71], а также высокой жесткостью упора, тщательной обработкой его отдельных деталей, надежным креплением и т. д.

Кроме того, на точность ограничения хода влияют скорость движущегося узла, его масса, наличие в кинематической цепи передач, характеризующихся большими потерями на трение и т. д. При невыгодном сочетании перечисленных условий следует ожидать точности ограничения хода не выше $\pm 0,01 \div 0,05$ мм.

Рабочие соприкасающиеся поверхности упоров должны быть закаленными. Очевидное преимущество работы по упорам в сравнении с работой по промерам дает возможность рекомендовать их для широкого применения. Это подтверждается также и результатами исследований точности обработки по упорам. Поэтому все токарные станки необходимо оснащать продольными

упорами, если не имеется в виду применение более сложных автоматизирующих устройств.

Простейшим упором (фиг. 13, а) оснащен каждый токарный станок ДИП. Он состоит из корпуса 3, внутри которого перемещается микрометрический винт 1, и контргайки 4; последняя стопорит винт 1 после точной настройки. Упор двумя болтами 2 закрепляют в необходимом месте на передней направляющей станины. Супорт при работе перемещают до тех пор, пока болт, ввернутый в его нижние салазки, не столкнется с винтом 1. Супорт перемещается или вручную до упора, или на самоходе. Во втором случае точный размер по длине можно получить, если работа упора сочетается с механизмом автоматического выключения (падающий червяк). Последний является обязательной принадлежностью станков ДИП; он вмонтирован в фартук супорта.

Сила нажатия на упор оказывает влияние на получаемый при обработке размер и должна быть постоянной.

Соприкасающимися поверхностями микрометрического винта, упора и болта супорта часто придают сферическую форму. Лучше эти поверхности делать плоскими и точными (предварительно их следует подвергать закалке), так как это приводит к уменьшению удельного давления между ними и соответственно к повышению точности обработки.

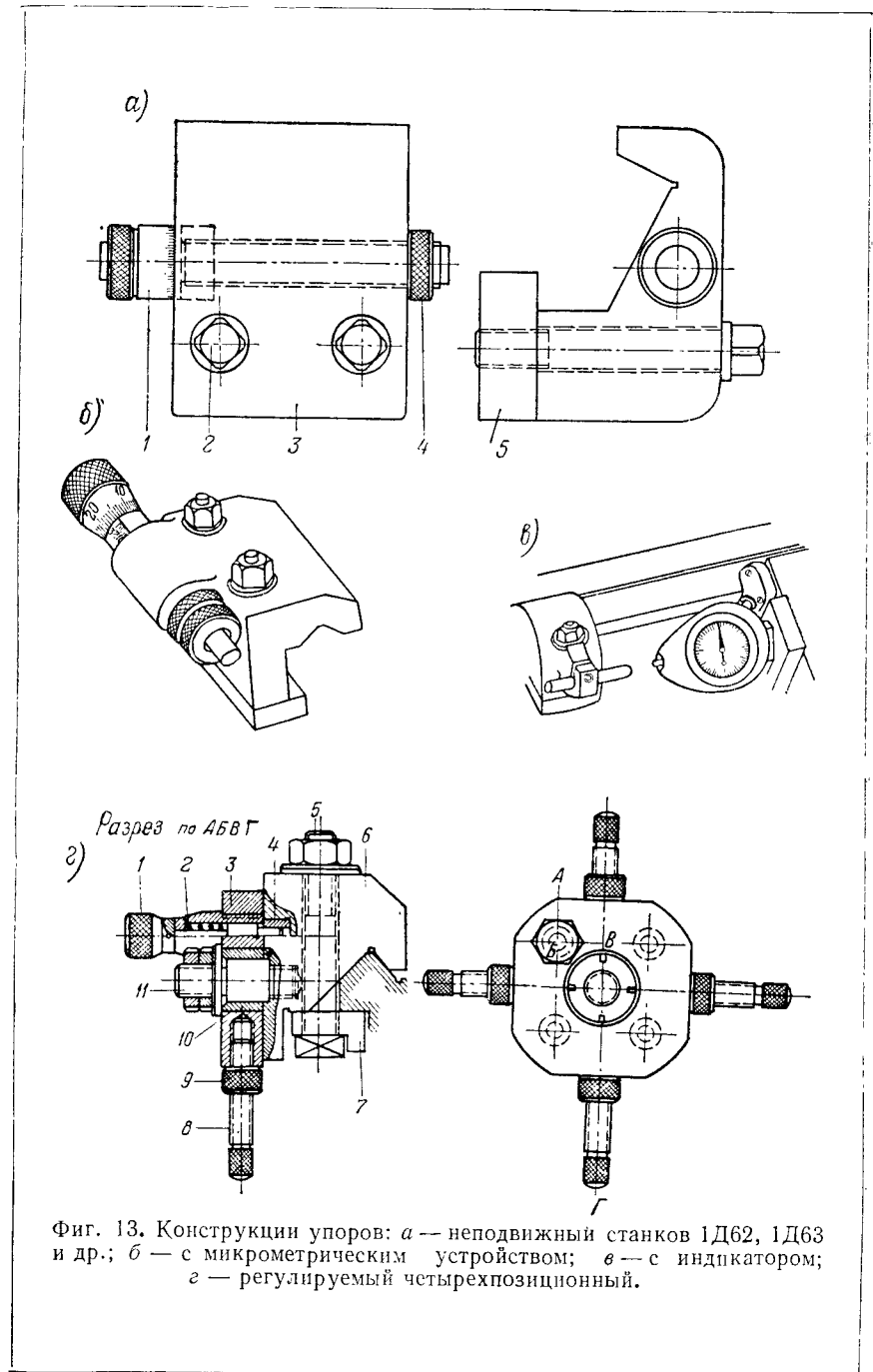
В процессе работы необходимо иметь строгое постоянство положения упора на станине. Для этого следует снабдить планку 5 (фиг. 13, а) зубьями на участке соприкосновения с рейкой и соединить их с впадинами зубьев рейки.

Применяют также упоры с микрометрическими устройствами (фиг. 13, б) и с индикатором (фиг. 13, в); последний помещают в стальной предохранительный кожух. При использовании индикаторного упора сила нажима на него получается совершенно незначительной; ошибка от неопределенности нажатия исключается. Чтобы предупредить случаи поломок индикаторного упора, необходимо применять его в сочетании с неподвижным упором.

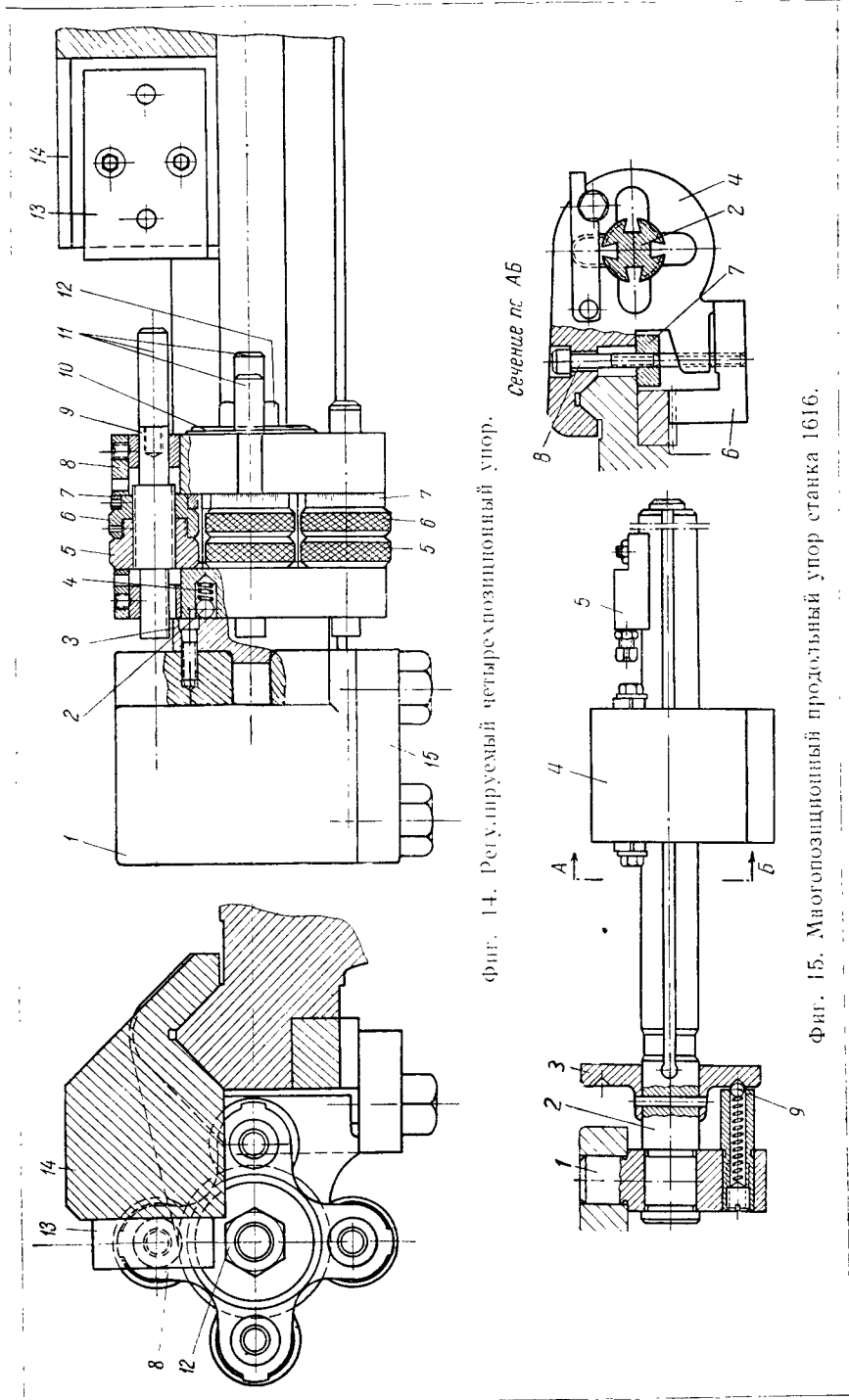
При обтачивании ступенчатых деталей пользуются также многопозиционными упорами.

На фиг. 13, г показан регулируемый четырехпозиционный упор. Корпус 6 закрепляется на передней направляющей станины планкой 7 и двумя болтами 5. Диск 3, несущий четыре завернутых в него винта 8, может поворачиваться на оси 11. Последняя проходит через закаленную втулку 10. Винты после настройки закрепляются гайками 9. Фиксатор 1 перед поворотом диска 3 оттягивается и затем под действием пружины 2 заскакивает в одну из втулок 4, запрессованных в корпусе 6.

Другая конструкция четырехпозиционного упора для работы с четырехрезцовой головкой изображена на фиг. 14. К основному корпусу 1, надетому на переднюю направляющую и прикрепленному к ней болтами, пропущенными через отверстия в планке 15, привернут фланец 3 центрирующего стержня посредством гайки 12



Фиг. 13. Конструкции упоров: а — неподвижный станков 1Д62, 1Д63 и др.; б — с микрометрическим устройством; в — с индикатором; г — регулируемый четырехпозиционный.



Фиг. 14. Регулируемый четырехпозиционный упор.

Фиг. 15. Многопозиционный продольный упор станка 1616.

с шайбой 10. На стержень 3 падет крестообразный корпус 8, несущий четыре упора. Каждый из упоров имеет: микрометрический винт 9, гайку 5 для установки винта, гайку 6 для компенсации зазора в резьбе и лимб 7. К микрометрическим винтам прикрепляются на резьбе сменные упоры 11, размеры которых меняются в соответствии с длиной ступеней обрабатываемой детали. С кареткой 14 связан установленный на контрольные штифты и привертнутый винтами постоянный упор 13. Корпус 8, несущий регулируемые упоры, фиксируется в каждом из четырех положений шариком 2, нагруженным пружиной 4. Шарик входит в одну из четырех лунок на плоскости фланца стержня 3.

На фиг. 15 приведена еще одна конструкция многопозиционного продольного упора, применяемого на станках 1616 Средневолжского станкостроительного завода. Корпус неподвижного упора 4 закрепляется на передней направляющей станины с помощью угольника 6, пластинки 7 и болтов 8. Внутри упора проходит валик 2, связанный с суппортом кронштейном 1. Регулируемые упоры 5 устанавливаются в соответствии с заданными размерами по длине. При повороте фиксирование валика 2 производится шариком 9, входящим в углубления диска 3.

При столкновении упоров 5 и 4 происходит выключение автоматической подачи супорта за счет срабатывания кулачковой муфты механизма подачи станка.

Механизмы четырехпозиционных продольных упоров оснащаются некоторые станки при изготовлении их на станкостроительных заводах.

Получение точных размеров по длине возможно также при работе с длиноограничителями (мерные бруски).

Осуществление этого способа работы должно начинаться с разработки конструкции простых и надежных длиноограничителей.

Иногда для этой цели применяются концевые меры (плитки), но вряд ли такое решение можно считать удачным. Лучше использовать длиноограничители, имеющие более удобную форму.

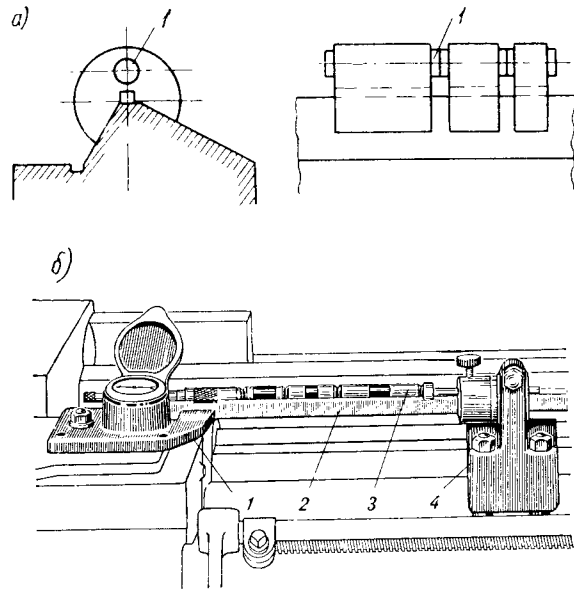
На фиг. 16, а представлена рекомендуемая автором конструкция длиноограничителей. Они имеют простую цилиндрическую форму с выемкой (по форме передней направляющей станины) на боковой поверхности. Этот угол выемки в большинстве случаев равен 90° . В торцы длиноограничителей запрессованы стальные закаленные штифты 1.

Для получения любого размера по длине, предусмотренного ОСТ 4138, требуется набор из пятнадцати длиноограничителей следующих размеров (в мм): 8; 10; 10,5; 12; 14; 15; 16; 18; 20; 40; 50; 100; 200; 400 и 500.¹ Например, требуется получить отсчиты-

¹ В случае необходимости получения размера, ограниченного допусками и не соответствующего ОСТ 4138, вводится дополнительный длиноограничитель.

Дальнейшее ускорение процесса настройки на размер обеспечивается пополнением набора пятью длиноограничителями с размерами: 30, 60, 70, 80 и 90 мм.

ваемую от торца вала длину уступа 3,5 мм. Берем длиноограничители: 8, 10,5 и 15 мм. Между винтом упора и болтом супорта помещаем сначала длиноограничители 8 и 10,5, что составит 18,5 мм. Подрезаем начисто торец, затем вынимаем эти длиноограничители и устанавливаем на их место один с размером 15 мм, что дает возможность получить уступ требуемой длины: $18,5 - 15 = 3,5$ мм. Другие размеры, совпадающие с одним из пятнадцати, полу-



Фиг. 16. Длинноограничители (а); пример применения цилиндрических длиноограничителей (б).

чаются еще проще — использованием только одного длиноограничителя. Общая длина всего набора длиноограничителей:

$$\Sigma l = 8 + 10 + \dots + 500 = 1413,5 \text{ мм.}$$

Каждый из таких длиноограничителей (на фигуре их показано три) легко устанавливается и снимается со станка, при этом удерживать его или закреплять в процессе работы нет необходимости.

В качестве длиноограничителей можно использовать также штихмасы; необходимо лишь удобная их установка и правильная ориентировка относительно станка. Для этого полезно применять специальные призмы, в основании которых делается выемка по форме передней направляющей станины станка, а верхняя плоскость имеет соответствующую продольную выемку для укладки штихмаса. Призмы должны устанавливаться на направляющую станины между супортом и упором.

На фиг. 16, б дана установка цилиндрических длиноограничителей 3, работающих совместно с индикатором. В этом случае длиноограничители укладываются в призматическую выемку прямоугольного бруса 2 и контактируются с упором 4. Установка на «нуль» производится по индикатору, предохранительный кожух 1 которого прикреплен к нижней каретке супорта.

Продольные упоры можно с успехом применять также при прорезании и растачивании канавок (фиг. 17). В качестве измерительной базы используется правый торец обрабатываемой детали, с которым соприкасается ролик 1.

Повышение точности работы по упорам достигается при применении в станках гидравлической подачи, при этом сила нажатия на упор будет постоянной.

Поперечные упоры являются простейшими устройствами, позволяющими механизировать получение точных размеров по диаметру. К ним предъявляются более высокие требования в отношении точности, чем к продольным. Поперечные упоры бывают неподвижные одно- и многопозиционные и индикаторные.

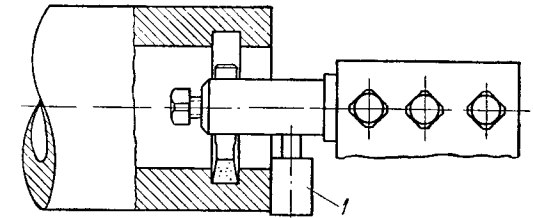
Неподвижные поперечные упоры имеют меньшую жесткость, чем продольные, вследствие чего точность при работе по ним ниже, чем при работе по продольным. При использовании неподвижных поперечных упоров затрудняется соблюдение постоянства мерительного усилия (стр. 37), поэтому получение более точных диаметральных размеров обеспечивается лишь применением индикаторных упоров или лимбов.

Поперечный упор к станкам ДИП (фиг. 18, а) состоит из двух частей. Одна из них 4 крепится болтами 3 на нижних салазках супорта; другая 2 крепится болтами 1 на поперечных салазках; штифт 5 неподвижен. Винтом 6 производится точная установка на размер при настройке. Во время работы перемещение поперечных салазок супорта, а следовательно, и резца ограничивается винтом 6, который сталкивается со штифтом 5.

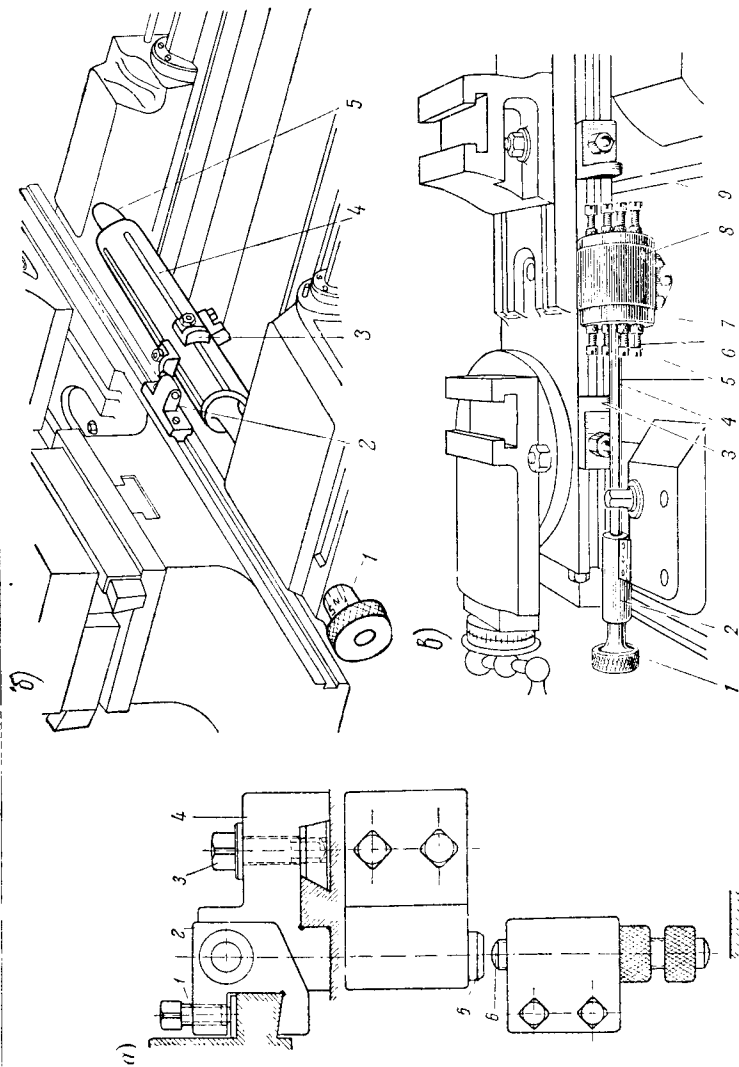
При обработке многоступенчатых деталей необходимое положение поперечных салазок супорта получается за счет установки между винтом 6 и штифтом 5 мерных плиток.

Если станок оснащен быстродействующим резцедержателем с высокой точностью фиксирования (фиг. 1—3), то необходимость применения мерных плиток отпадает.

Использование механизма падающего червяка в сочетании с неподвижным поперечным упором не рекомендуется, так как



Фиг. 17. Применение упора при растачивании канавок.



Фиг. 18. Конструкции упоров для получения точных размеров по диаметру: *а* — поперечный упор; *б* — многоразмерный упор; *в* — многоразмерный упор.

возможно смещение упора под действием сравнительно большого усилия, необходимого для автоматического выключения падающего червяка.

На фиг. 18, *б* показан многопозиционный одно-сторонний упор (в форме барабана). Барабан 4 посажен на валик 5, который установлен в двух подшипниках. На боковой поверхности барабана имеются продольные пазы. По ним могут перемещаться и закрепляться в требуемом месте планки 3. На поперечных салазках супорта укреплен угольник 2. Поворот барабана 4 осуществляется маховичком 1, закрепленным на выступающем конце валика 5. Во время работы поперечные салазки супорта перемещаются по направлению к линии центров станка до тех пор, пока угольник 2 не коснется планки 3.

Двусторонний многопозиционный поперечный упор приведен на фиг. 18, *в*. Здесь имеется барабан 7, который может быть повернут маховичком 1 вокруг своей оси в корпусе 8, прикрепленном к нижним салазкам супорта. Маховичок 1 расположен на выступающем из подшипника 2 конце валика 4. Второй конец валика связан с барабаном 7. По продольному пазу поперечных салазок супорта перемещают при настройке два угольника 3 и 9 и закрепляют их в соответствующем месте. В оба торца барабана ввернуты винты 5, положение которых после настройки фиксируется контргайками 6.

Описанный упор применяется при работе с передним и задним супортами.

При выборе той или другой конструкции многопозиционных поперечных упоров необходимо руководствоваться следующими соображениями:

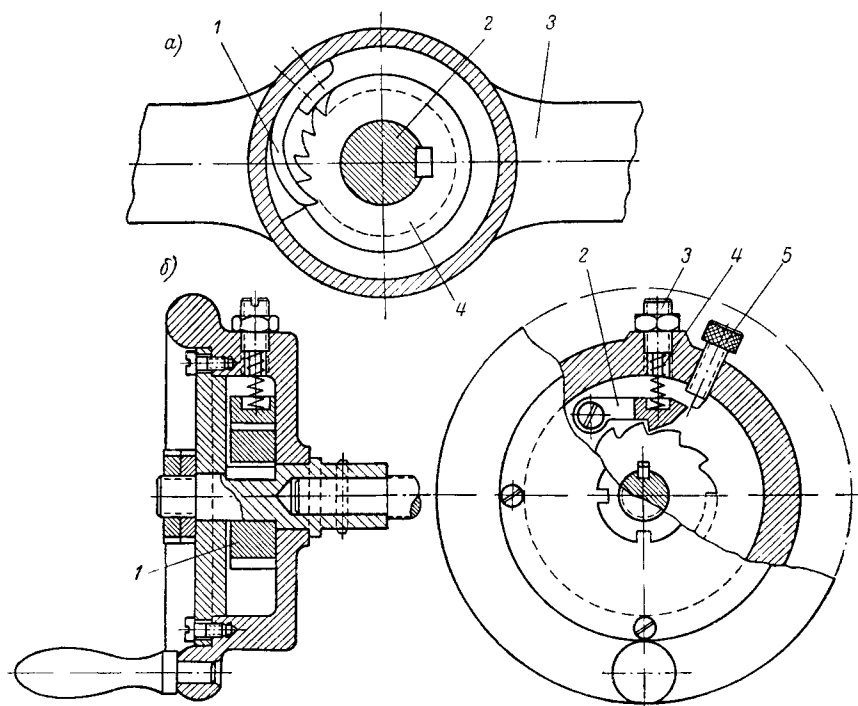
- 1) применять упорные винты по возможности больших диаметров, с точной резьбой, работающие с малыми вылетами и снабженные контргайками;
- 2) вместо барабанов с упорными винтами лучше применять барабаны с планками;
- 3) избегать чрезмерного увеличения диаметра барабана, так как это приводит к понижению жесткости системы за счет увеличения вылета скалки из корпуса задней бабки при обработке детали, поддерживаемой задним центром;
- 4) создавать постоянство силы нажатия на упор;
- 5) применять предохранительные щитки, чтобы предупредить засорение пазов барабана стружкой.

Постоянство силы нажатия на поперечный упор может быть обеспечено при применении специальных механизмов (фиг. 19 и 83).

В механизме, изображенном на фиг. 19, *а*, при вращении рукоятки 3 маховичка поперечной подачи по направлению часовой стрелки передача крутящего момента винту 2 происходит благодаря трению между собачкой 1 и поверхностью зуба храповичка 4. При встрече поперечных салазок супорта с упором усилие

нажатия будет возрастать и, когда оно превысит определенную величину, начнется проскальзывание собачки 1.

При повороте рукоятки 3 против часовой стрелки винт 2 поворачивается в том же направлении, так как собачка 1 толкает храповичок 4. Величина силы нажатия на упор может сохраняться постоянной или изменяться в определенных пределах; в последнем случае конструкция собачки 1 должна допускать



Фиг. 19. Механизмы, обеспечивающие постоянство силы нажатия на упор.

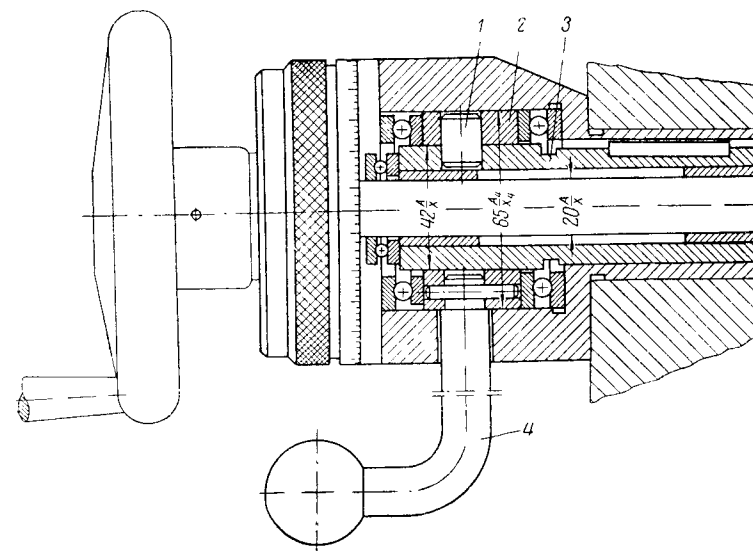
регулировать усилия, с которым она прижимается к храповичку.

На фиг. 19, б показана другая конструкция механизма, допускающая регулирование усилия, с которым собачка 2, вращающаяся на оси, прижимается к храповичку 1. Регулирование производится пружиной 4 и винтом 3. При подрезании торцевых поверхностей собачка 2 стопорится винтом 5.

К устройствам, механизмирующим управление и обслуживание станка, относятся также устройства для холостых перемещений. Некоторые конструкции их рассмотрены ниже (стр. 43), так как они относятся к элементам, автоматизирующим обработку.

Ускоренный отвод поперечных салазок супорта, в момент завершения обработки, можно осуществить, если использовать

механизм (фиг. 20), применяемый, например, в токарных станках 1620. При повороте рукоятки 4, штырем 1, запрессованным в



Фиг. 20. Механизм для ускоренного отвода поперечных салазок супорта

кольцо 2, отводится или подводится втулка 3, имеющая криволинейный паз. Вместе с втулкой в том же направлении перемещается винт поперечной подачи и супорт.

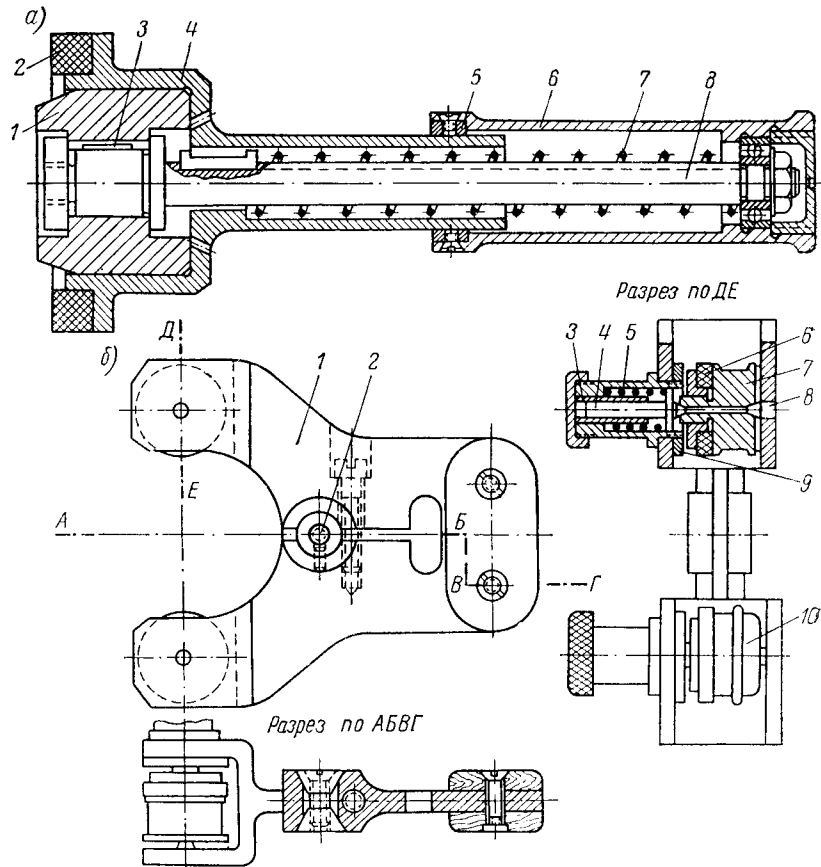
5. Устройства, механизмирующие контроль обрабатываемых деталей

Наряду с рассмотренными выше устройствами для механизации получения диаметральных размеров целесообразно также применение механизации контроля размеров в процессе обработки.

Механизация контроля размеров особенно эффективна в условиях тяжелого машиностроения, когда при обработке ответственных и тяжелых деталей с высокой точностью (2—3-й классы точности), например, валов для гидротурбин, не допускается, во избежание порчи изделия, остановка станка для измерения, так как это может сопровождаться врезанием резца в обрабатываемую поверхность.

Для токарных станков в качестве инструментов для контроля размеров в процессе обработки предложены: вращающиеся калибры, прибор со стробоскопическим индикатором и другие приборы для контактного и бесконтактного измерений. На фиг. 21 показаны опытные образцы вращающихся калибра-пробки и калибра-скобы, предложенные ЦНИИТМАШ [52].

При измерениях калибром-пробкой (фиг. 21, а) с торцом быстровращающейся обрабатываемой детали соприкасается резиновое кольцо 2, посаженное на втулку 4. Калибр 1 вводится в отверстие и перемещается влево рукояткой 6, внутри которой имеется бронзовое кольцо 5 и вращается стержень 8. С этим стержнем сое-



Фиг. 21. Вращающиеся калибры: а — пробка; б — скоба.

диняется калибр 1, удерживаемый шпонкой 3. Пружиной 7 калибр 1 после измерения возвращается в исходное положение. Непроходной калибр имеет такую же конструкцию.

Калибр-скоба 1 (фиг. 21, б) оснащена роликами 7 и 10, поддерживаемыми неподвижными 8 и подвижными 4 центрами. Центры 4 скользят во втулке 3 и перемещаются вправо пружинкой 5. Вращение роликов 7 и 10 (ролик 7 имеет два измерительных пояса, а ролик 10 — один) в момент измерения обрабатываемой детали достигается за счет контактирования с последней резиновых

колец 6, поджимаемых втулками. Настройка скобы на требуемый размер производится нониусным винтом и гайкой 2 по образцу или коцевым мерам.

Приборы со стробоскопическим индикатором предложены инж. Г. Л. Перфильевым [43]. Наиболее совершенная схема прибора изображена на фиг. 22. Во время работы одна сторона диска 1 соприкасается с обрабатываемой деталью, а другая сторона — с шаровым калибром 2. Этот калибр помещен в оправу и связан с осью стробоскопа. Центр шара лежит на линии пересечения плоскостей, проходящих через оси симметрии диска 1 и валика 3.

Стробоскоп 4 вместе с валком 3, вращаясь вокруг оси шара, могут занимать горизонтальное положение или располагаться под углом 60°.

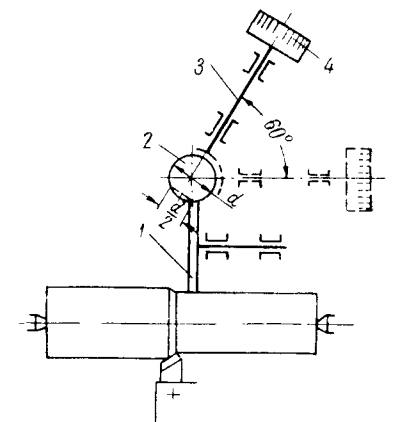
По мере опускания валика со стробоскопом увеличивается длина пути, проходимого диском 1 (за счет увеличения радиуса в месте контакта диска 1 с калибром 2), что и отражает изменение размера в процессе обработки.

При использовании прибора, рассчитанного на измерение диаметров от 10 до 120 мм, действительные размеры обрабатываемой детали отсчитываются по шкале, имеющейся на приборе.

На фиг. 23, а показан прибор с односторонним контактом для измерения двух узких буртиков в процессе обтачивания, предложенный канд. техн. наук А. Д. Мартыновым и инж. А. В. Поладько [6]. Прибор прикрепляется к кронштейну, присоединенному к станине станка, и имеет две штанги 2 и 6 (фиг. 23, а, б), запрессованные в среднюю поворотную часть. Каждая штанга устанавливается вертикально для измерения диаметра того или другого буртика. Введение в работу, например, штанги 6 производится поворотом средней части при помощи рукоятки 4 с последующим фиксированием ее стопором 3. Внутри каждой штанги помещены шпиндели 8; нижний торец каждого из них снабжен измерительным наконечником. В устройстве предусмотрена возможность вертикального перемещения шпинделей; верхний плоский торец шпинделя находится в контакте с прикрепленным к корпусу индуктивным датчиком 5.

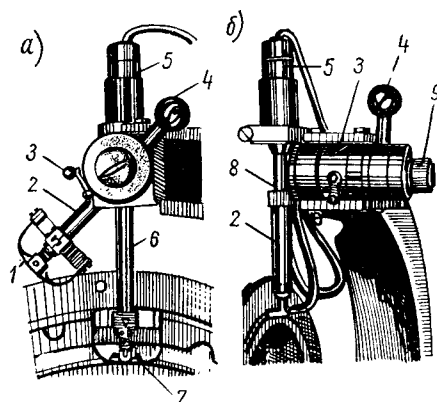
Прибор можно применять для контактного и бесконтактного измерений.

На фиг. 23, в приведена схема контактного метода измерения. Здесь с измеряемой поверхностью соприкасается лента 1



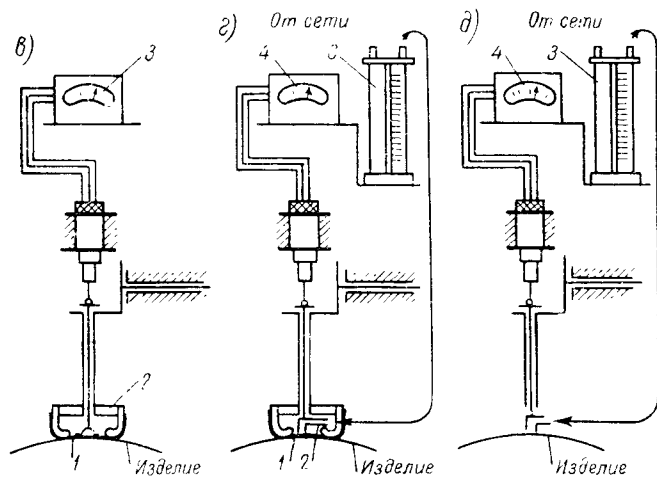
Фиг. 22. Схема прибора с шаровым калибром.

(на фиг. 23, а, деталь 7), связанная с держателем 2. С внутренней стороны ленты соприкасается измерительный наконечник. Применение в приборе ленты способствует уменьшению давления в месте контакта. Отсчет размера производится по шкале 3.



При бесконтактном измерении (фиг. 23, г) в конструкцию вводится сопло 2, установленное за лентой 1. Сопло опускается вниз гайкой 9 (фиг. 23, б) до определенного положения, фиксируемого пневматическим указателем 3 (фиг. 23, г). В то же время делается отсчет отклонения размеров по шкале 4.

Бесконтактное измерение можно осуществить и без



Фиг. 23. Прибор с односторонним контактом (а, б); схема контактного измерения (в); схема бесконтактного измерения (г, д).

ленты 1 (фиг. 23, д), однако неровности обрабатываемой поверхности могут оказывать влияние на результаты измерения.

Настройка прибора производится по вращающемуся образцу.

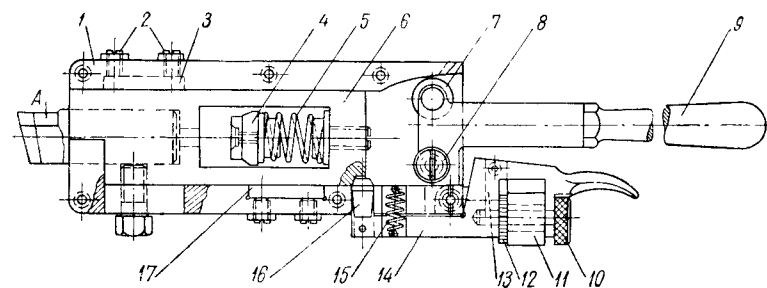
6. Автоматизирующие устройства

В соответствии с приведенной классификацией (стр. 13) рассмотрим отдельные подгруппы автоматизирующих устройств.

Устройства, автоматизирующие управление и обслуживание станков

Эти устройства являются одной из наиболее характерных подгрупп автоматизирующих устройств. Рассмотрим их последовательно.

Механизмы, автоматизирующие отвод и подвод резца. Автоматизация отвода и подвода резца приобретает особенно большое значение при скоростной обработке деталей. Конструкция механизмов, применяемая для рассматриваемой цели, должна быть увязана с конструкцией механизма для автомати-



Фиг. 24. Механизм, автоматизирующий отвод резца, предложенный новатором Г. М. Родионовым.

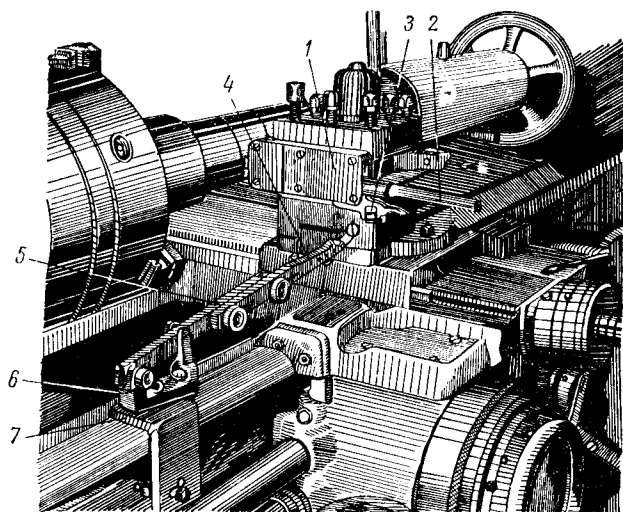
ческого возвращения супорта в исходное положение, в том случае, когда оба механизма применяются одновременно.

Отвод резца можно осуществлять двумя способами: отводом резцедержателя или отводом поперечных салазок супорта. В первом случае отвод резца в имеющихся конструкциях обычно осуществляется вручную, причем для этой цели применяются конструкции с эксцентриковым отводом резцедержателя, с кривошипным отводом и подводом и др.

Новатором Г. М. Родионовым предложен механизм автоматического отвода резца (фиг. 24 и 25). Выступающая часть корпуса 1 (фиг. 24), закрытая крышкой, укрепляется в резцедержателе супорта. С ползуном 6, скользящим внутри корпуса, связан резец А, имеющий цилиндрический шлифованный стержень. Вкладышами 3 и 17 и винтами 2 регулируется зазор между ползуном 6 и корпусом. В рабочем состоянии ползун 6 удерживается фиксатором 16. Когда происходит автоматическое передвижение супорта, ролик 11 (деталь 3 на фиг. 25) встречает упор 4 (фиг. 25) и, приподнимаясь, выводит из гнезда фиксатор 16 (фиг. 24); это сопровождается отскакиванием ползуна 6, под действием пружины 5, упирающейся в выступающую часть штыря 4, запрессованного в корпус. Возвращение ползуна в исходное положение производится роликом 7, который перемещается подниманием рукоятки 9 (деталь 2 на фиг. 25), вращающейся на оси 8.

Одновременно с этим скоба 14 пружиной 15 поднимается вверх; фиксатор 16 устанавливается в свое гнездо, благодаря чему ползун 6 удерживается в рабочем положении.

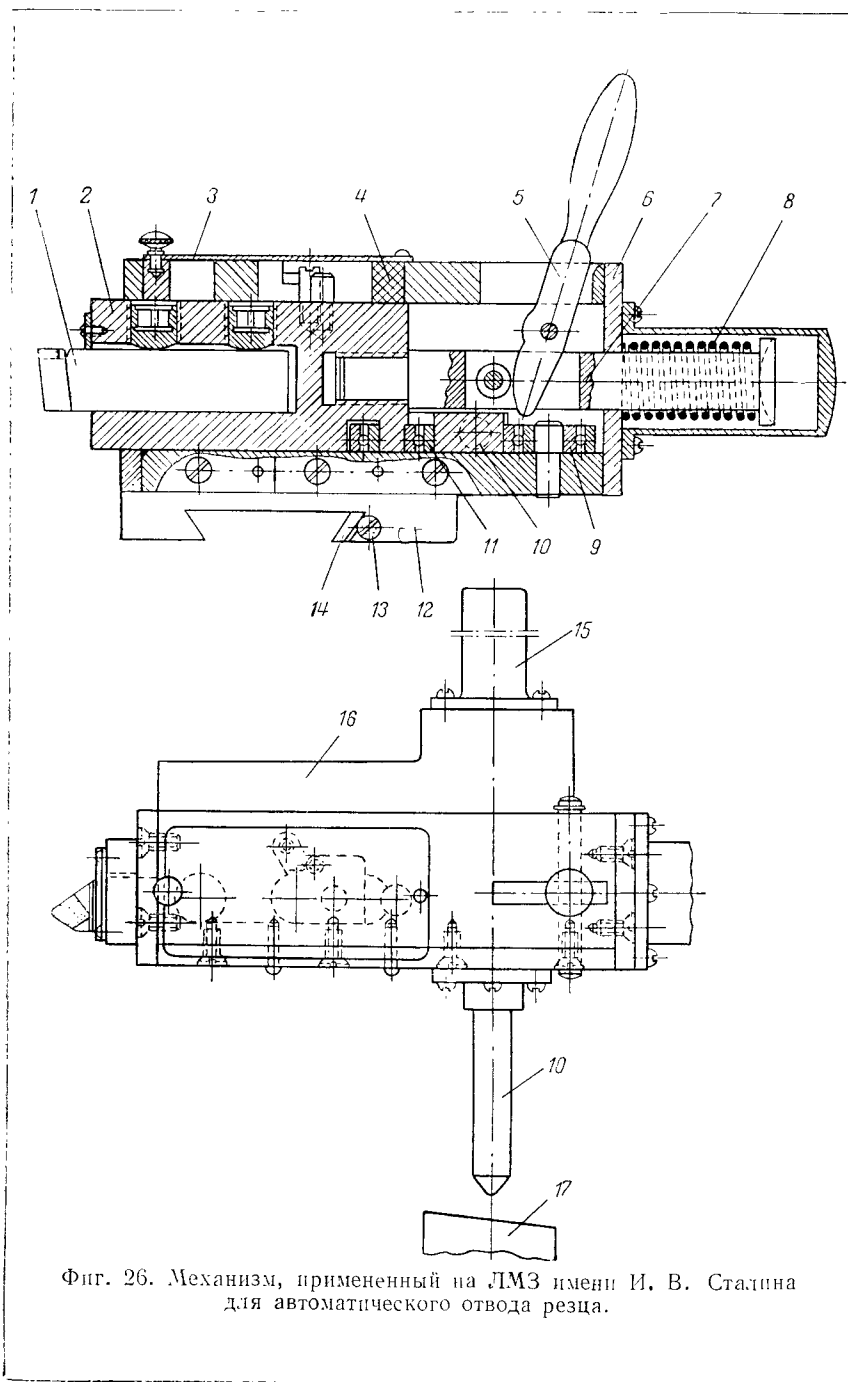
Описанный механизм предназначается и для отвода резца при нарезании резьбы, поэтому в его конструкцию введено «опережающее» устройство, которое создает более ранний отвод резца по сравнению с предыдущим проходом, что необходимо при отсутствии на детали выточек для выхода резца. Это устройство состоит



Фиг. 25. Механизм новатора Г. М. Родионова, установленный на станке.

из храповичка 12 и фиксирующей пластинчатой пружины 13. Роликом 10 храповичок 12 устанавливается в рабочее положение. Планка 5 упора (фиг. 25) связана с кронштейном 6, прикрепленным к корпусу упора 7.

На фиг. 26 изображен механизм для автоматического отвода резца, успешно применяемый при нарезании резьбы у различных деталей на ЛМЗ имени И. В. Сталина. Перед установкой механизма на станок верхний супорт сдвигается вправо; на участок освободившихся направляющих надевается корпус 12, который закрепляется в определенном положении клином 14 и винтом 13. Выступ 16 попадает в вырез резцедержателя, где поджимается болтами, благодаря чему обеспечивается повышение жесткости. Резец 1 закреплен в ползуне 2 двумя винтами. Отверстия, через которые вводится ключ для заворачивания винтов, закрыты щитком 3 для предохранения от попадания грязи в среднюю часть корпуса.



Фиг. 26. Механизм, примененный на ЛМЗ имени И. В. Сталина для автоматического отвода резца.

Во время работы автоматически перемещающийся супорт встречает упор 17; выступающий конец штока 10 перемещается вправо, и его средняя часть, наклонная плоскость которой соприкасается с двумя шарикоподшипниками 9 и 11, позволяет отойти ползуну 2 под действием пружины 8, упирающейся в головку оси 7 и крышку 6. Удар смягчается резиновым амортизатором 4. Рычагом 5 ползун 2 возвращается в исходное положение; одновременно возвращается в начальное положение и шток 10 под действием пружины, находящейся внутри стакана 15.

На фиг. 27, а показан механизм, в котором отвод и подвод резца осуществляются зубчатыми выступами со скосами (см. развертку А) на торцах муфт 5 и 6. Пружиной 3, нажимающей при заворачивании гайки 1 на заклиненное на винте 2 кольцо 4, обеспечивается постоянно сцепление муфт. Муфта 5 связана шпонкой с корпусом 8 и может перемещаться только в продольном направлении. Муфта 6 поворачивается зубьями штанги 7.

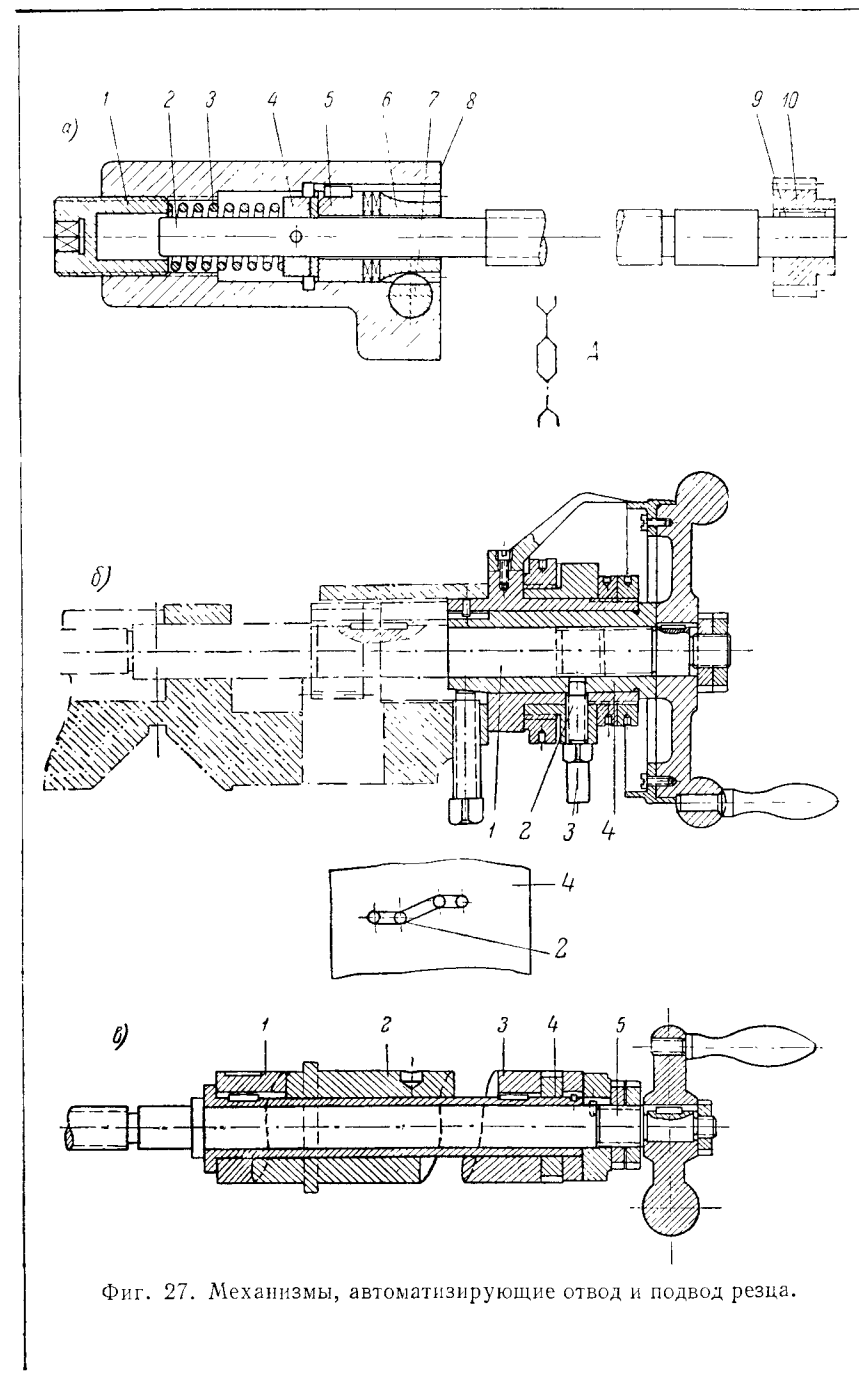
Отвод супорта, а вместе с ним и резца от обрабатываемой детали, происходит в тот момент, когда зубья муфты 5 входят во впадины зубьев муфты 6 при повороте ее штангой 7. Подвод резца к детали осуществляется также поворотом муфты 6, но в другом направлении; при этом зубья муфт встречаются своими выступами. В винт поперечной подачи 2 запрессована шпонка 9, на которую посажена шестерня 10. Штанга 7 перемещается упорами, закрепляемыми на задней направляющей станины станка (фиг. 48).

Работа описанных выше устройств (фиг. 24, 25 и 27, а) характеризуется тем, что поперечные салазки супорта, а вместе с ними и резец, в конечном положении, в момент завершения обработки «отскакивают» от поверхности обрабатываемой детали.

Проф. Г. А. Шаумяном и инж. Захаровым предложены устройства, при работе которых осуществляется плавный отвод резца.

Механизм, сконструированный проф. Г. А. Шаумяном (фиг. 27, б), был пристроен к токарным станкам 1Д62 и ТН-20. На винт 1 поперечных салазок супорта надета втулка 4 с фигурным пазом (см. развертку). В этот паз входит конец винта 2, который не имеет осевого перемещения. Рукоятка 3 в конечных положениях поворачивается упором (угол поворота 60°), одновременно с этим поворачивается и винт 2. Перемещением втулки 4 вместе с винтом 1 подводятся и отводятся поперечные салазки супорта.

На фиг. 27, в приведен механизм конструкции инж. Захарова. Три винтовых кулачка 1, 2 и 3 надеты на втулку 4, причем средний из них 2 — двусторонний. Поворот этого кулачка сопровождается перемещением винта 5, а вместе с ним и поперечных салазок супорта, в ту или другую сторону. Этот механизм работает более надежно, чем механизм, изображенный на фиг. 27, б, но недостатком его является относительно медленный отход резца от обрабатываемого изделия.

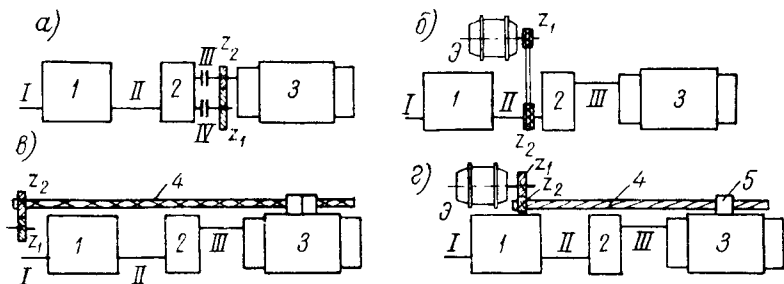


Фиг. 27. Механизмы, автоматизирующие отвод и подвод резца.

Описанные механизмы можно использовать при автоматизации обработки деталей простой формы и в первую очередь тогда, когда резец работает на выход. Эти механизмы можно применять и для отвода резца при нарезании резьбы.

Механизмы отвода и подвода резца в другом конструктивном исполнении встречаются и в устройствах, предназначенных для автоматического нарезания резьбы (стр. 85).

Механизмы, автоматизирующие холостые ходы. В каждом из автоматизирующих устройств, превращающих обычный станок в полуавтомат, обязательно предусматри-



Фиг. 28. Схемы механизмов ускоренного перемещения супорта.

вается применение механизмов для ускоренного возвращения супорта в исходное положение. Для этой цели используется механизм рабочей подачи или специальный механизм.

В первом случае ускоренное движение достигается использованием одного из звеньев привода рабочей подачи (фиг. 28, а) или индивидуального электродвигателя (фиг. 28, б).

В представленных кинематических схемах (фиг. 28, а, б) ускоренное вращение сообщается последним звеньям цепи, во избежание больших скоростей промежуточных элементов. На схемах а, б, в, г показаны: коробка передач I, промежуточная передача 2, связанная валами I и II, и супорт 3. В схеме, изображенной на фиг. 28, а, вращение от вала IV промежуточной передачи и шестерен z_1 и z_2 сообщается валу III. В схеме с индивидуальным электродвигателем (фиг. 28, б) вращение от электродвигателя Э, через звездочки или шестерни z_1 и z_2 , передается валу II.

На фиг. 28, в, г, приведены схемы механизмов ускоренных перемещений, в конструкциях которых используются винты 4 с большим шагом. На фиг. 28, в показано вращение винта 4 от одного из звеньев привода станка через передачу $\frac{z_1}{z_2}$, а на фиг. 28, г — вращение винта 4 через передачу $\frac{z_1}{z_2}$ от реверсивного электродвигателя Э. Применение этой схемы приводит к упрощению винта; он имеет только одну нарезку, с которой связывается гайка 5, прикрепленная к супорту с задней стороны станка.

Для ускоренного возвращения супорта в исходное положение токарный станок типа 28 завода «Красный пролетарий» имеет вспомогательный ходовой винт. Вращение винту сообщается от общего привода станка, а включение и выключение его производится муфтой с электромагнитным управлением.

Применение винтов с большим шагом для ускоренного возвращения супорта в исходное положение вполне рационально, так как при таком решении исключается необходимость вращения ходового вала станка с большими числами оборотов. Если, например, требуется получить скорость холостого хода на станке 1Д62—8 м/мин, то число оборотов ходового вала должно быть свыше 3300 об/мин. При уменьшении скорости холостого хода вдвое (до 4 м/мин), что практически и принимается при модернизации станков, число оборотов ходового вала получается все же высоким, и это приводит к снижению срока службы ряда деталей фартука станка.

При индивидуальном электродвигателе (фиг. 28, б, г) реверсирование осуществляется самим электродвигателем. При использовании винта с большим шагом (схема в) реверсирование обеспечивается наличием на винте правой и левой нарезок, с которыми связаны две гайки.

В схеме а в механизм подачи должно быть включено реверсивное устройство.

Ускоренный ход достигается включением кулачковой или фрикционной муфты, а также пуском электродвигателя.

При выборе схемы предпочтение следует отдать схеме с индивидуальным электродвигателем и винтом с большим шагом, как наиболее простой и целесообразной.

Для автоматизации холостых ходов станка 161 А. И. Суворовым было разработано механическое устройство (фиг. 29).

На фиг. 29, а показана кинематическая схема фартука до модернизации, а на фиг. 29, б — после модернизации. В конструкцию введен валок, на одном конце которого посажена цилиндрическая шестерня $z = 22$, а на другом $z = 25$ (вместо шестерни $z = 24$).

Чтобы получить после модернизации рабочую подачу, необходимо соединить шестерни $z = 24$ и $z = 75$. При этом передаточное число равно

$$i_{p.x} = \frac{24 \cdot 15 \cdot 15}{75 \cdot 62 \cdot 75} = \frac{12}{775}.$$

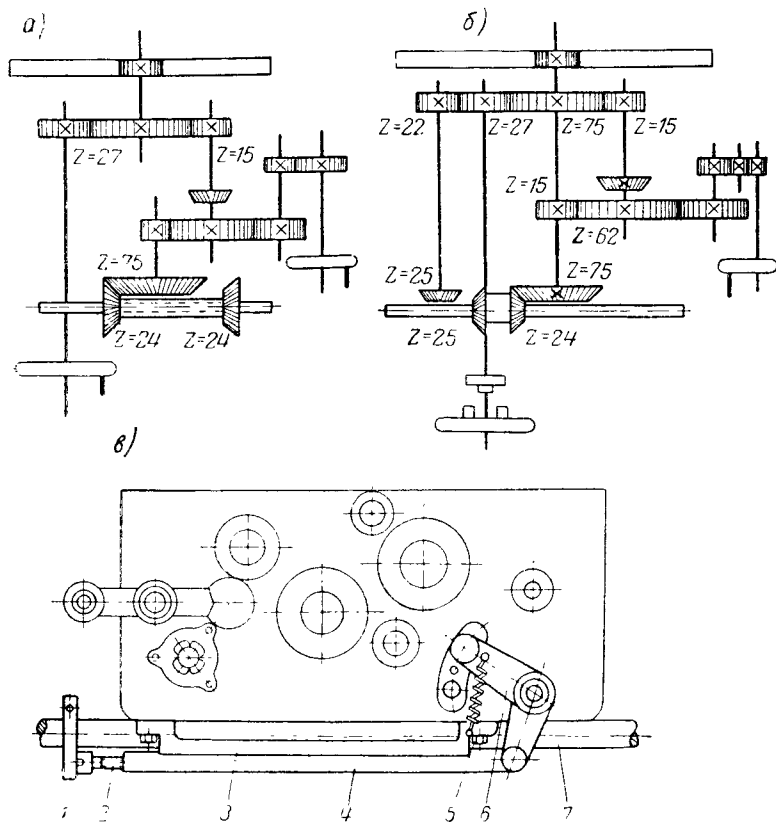
Ускоренное обратное перемещение получается при включении конических шестерен $z = 25$ и $z = 25$, причем передаточное число холостого хода составляет:

$$i_{x.x} = \frac{25 \cdot 22 \cdot 27}{25 \cdot 27 \cdot 75} = \frac{22}{75}.$$

Увеличение скорости обратного хода по сравнению со скоростью рабочего хода будет:

$$\frac{i_{x,x}}{i_{p,x}} = \frac{22}{75} \cdot \frac{12}{775} = \frac{775 \cdot 22}{12 \cdot 75} \cong 18,9.$$

Автоматическое переключение с рабочего на холостой ход осуществляется винтом 2 (фиг. 29, в), который при движении



Фиг. 29. Кинематическая схема фартука: а — до модернизации; б — после модернизации; в — дополнительные устройства к фартуку супорта.

супорта встречается с упорным кольцом 1, закрепленным на валу 7. При этом происходит перемещение штанги 4, скользящей в пазу пластины 3. Перемещение штанги сопровождается поворотом рычага 6, фиксатор которого выходит из гнезда. Пружиной 5 рычаг 6 оттягивается вниз, что вызывает переключение на ускоренный ход. Супорт, движущийся на ускоренном ходу, по направлению к задней бабке, останавливается вторым упорным кольцом (на

фигуре не показано), надетым на валу 7. В кольцо упирается рычаг 6, шестерни расцепляются, и супорт останавливается.

Попытка найти типовое решение для автоматизации ускоренного перемещения супорта приводит к использованию обгонных муфт.¹

Обгонные муфты широко применяются в автоматических и полуавтоматических станках. Используются они также в токарных станках, например, в механизме ускоренного хода.

На фиг. 30 изображен такой механизм, разработанный ЭНИМС. У правого торца станины к кронштейну 2 прикрепляется фланцевый электродвигатель, связанный с ходовым валом станка муфтой 1. Ходовой вал соединяется с валом коробки подач муфтой обгона. При рабочей подаче корпус 6 муфты обгона заклинивают ролики 4 (которые перемещаются плунжерами 5) и втулка 3, посаженная на ходовой валик, начинает вращаться, увлекая последний.

В конце рабочего хода движение реверсируется, и супорт с помощью электродвигателя ускоренного хода возвращается в исходное положение. Этот механизм рекомендуется применять при крупносерийной обработке длинных валов.

На фиг. 31 показан еще один пример введения двусторонней муфты обгона 1 в механизм подачи станка.

Выше рассмотрены различные конструктивные исполнения механизмов ускоренного возвращения супорта. Такими механизмами необходимо оснащать прежде всего станки, имеющие значительное расстояние между центрами — 3000 мм и более.

Из рассмотрения схем и конструкций видно, что наиболее простое решение получается при применении механизмов с двусторонней муфтой обгона. Неудобство их установки на станке в связи с малым расстоянием между ходовым валом и станиной (что затрудняет применение цепной или ременной передачи) устраняется введением в конструкцию двух конических шестерен 2 и 3 (фиг. 31) и размещением электродвигателя 4 с задней стороны станка.

Основной недостаток при использовании обгонных муфт заключается в необходимости вращения ходового вала с большим числом оборотов.

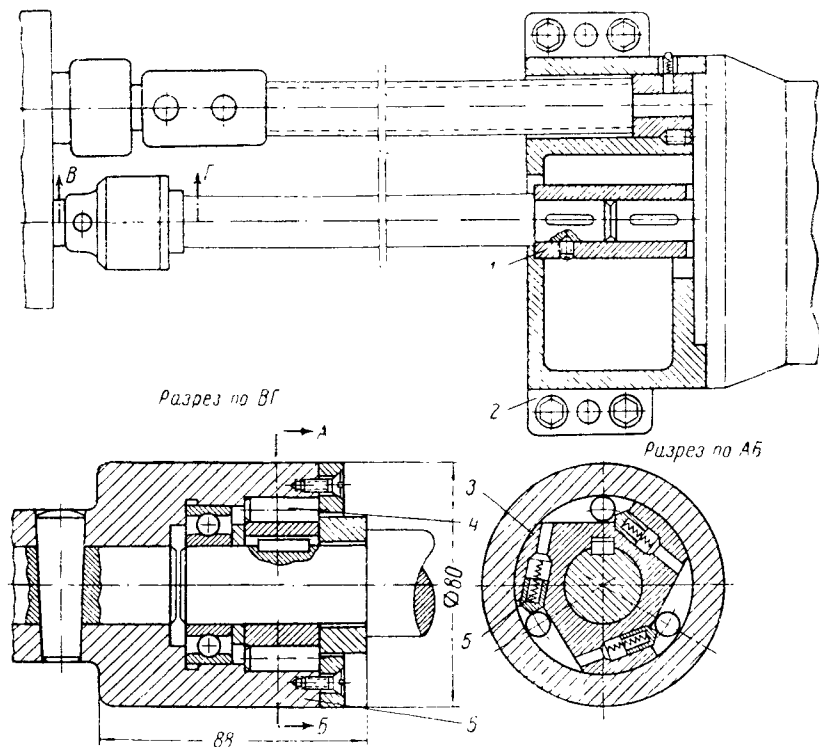
Поэтому для ускоренного возвращения супорта в исходное положение рационально применять винты с большим шагом (фиг. 28, в).

Механизмы для работы по упорам и автоматического останова супорта. Для автоматического получения размеров в процессе обработки деталей необходимо работу по упору сочетать с работой механизма, автоматически

¹ Расчеты обгонных муфт приведены в книге д-ра техн. наук проф. Н. С. Ачеркана, Расчет и конструирование металлорежущих станков, Машгиз, 1952.

прекращающего продольное перемещение супорта. Это достигается использованием падающего червяка, муфт различных конструкций, конечных выключателей и переключателей, а также микропереключателей.

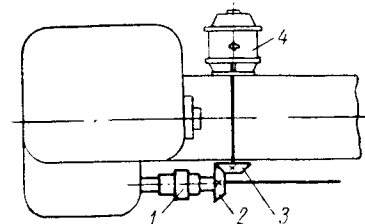
Падающий червяк встроен в фартуки станков Д62, Д63, Д64 и др.



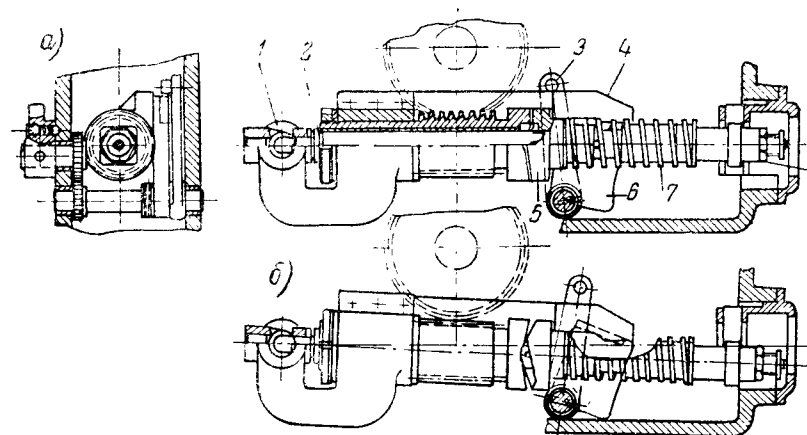
Фиг. 30. Механизм с муфтой обгона для ускоренного возвращения супорта в исходное положение.

На фиг. 32 механизм падающего червяка показан во включенном *а* и в выключенном *б* положениях. Валик 2 через ряд промежуточных шестерен и шарнир Гука 1 получает вращение от ходового вала станка. Червяк свободно сидит на валике 2, но может быть жестко связан с ним кулачковой муфтой 5, которая может скользить по шлицам валика 2. Пружиной 7 натяжение которой регулируется гайкой 8, муфта 5 удерживается во включенном положении и благодаря этому супорт автоматически перемещается.

Когда усилие, необходимое для перемещения супорта, будет больше, чем может передать муфта 5, или супорт соприкоснется с неподвижным упором, червяк остановится. Происходит выключение муфты 5, имеющей скошенные кулачки, с помощью которых она отводится вправо. Перемещаясь, муфта своим торцом толкает кронштейн 6, и он перестает поддерживать линейку 4; червяк под действием собственного веса падает, выходя тем самым из зацепления с червячным колесом, и подача прекращается. Сцепление червяка с червячным колесом осуществляется рукояткой 3, при повороте которой поднимается кронштейн 6, а вместе с ним и линейка 4.



Фиг. 31. Схема размещения на станке механизма для ускоренного возвращения супорта.



Фиг. 32. Падающий червяк станков ДНП.

Работу по упору в сочетании с падающим червяком следует применять возможно более широко, так как при скоростной обработке размеры по длине получаются в пределах допусков 2—3-го классов точности ОСТ.

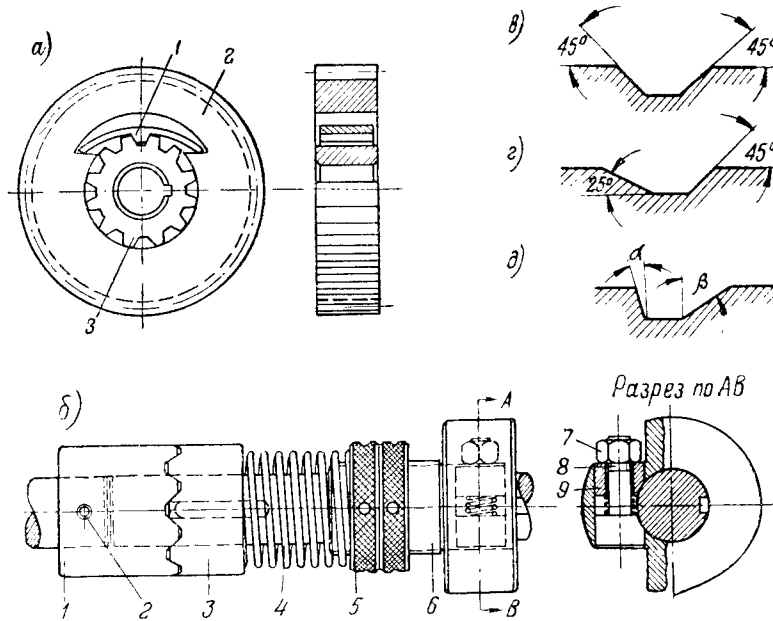
Работа неподвижного упора может сочетаться также с зубчатыми муфтами и муфтами трения.

На фиг. 33, *а* изображена встроенная предохранительная муфта типа трещотки. В шестерню 2 механизма подачи встраивается храповичок 3, с которым связана пружинная собачка 1, передающая движение. Когда супорт при движении встречает неподвижный упор, храповичок 3 проскальзывает, и передача движения прекращается.

Муфта проста по конструкции, но имеет недостаток, заключающийся в том, что при изменении величины подачи меняется усилие, действующее на упор.

Это характерно для каждой муфты, установленной до коробки подач или в последней.

На фиг. 33, б показана муфта, предложенная тов. Лукашевым. Ходовой вал станка, применяемый при ее использовании, должен



Фиг. 33. Предохранительные муфты: а — встроенная, типа трещотки; б — кулачковая; в, г, д — профили зубьев кулачков.

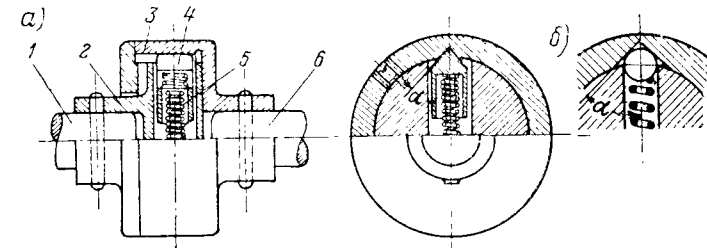
состоять из двух частей, связанных между собой полумуфтами 1 и 3. Полумуфта 1 жестко связана штифтом 2 с левой частью ходового вала, а полумуфта 3 соединяется шпонкой с правой частью ходового вала, благодаря чему она может перемещаться вдоль его оси. Пружина 4 удерживает полумуфты во включенном положении. Гайкой 5, расположенной на втулке 6, регулируется осевое усилие пружины 4. Втулка 6 крепится на ходовом валике болтом 8 и втулкой 9, которые стягиваются гайкой 7.

Когда супорт встретит неподвижно закрепленный упор, зубья полумуфт 1 и 3 начинают проскальзывать и подача прекращается. Одно из преимуществ рассмотренной муфты заключается в обеспечении постоянства усилия на упор.

Кулачковые муфты работают без проскальзывания. На фиг. 33, в, г, д приведены некоторые профили зубьев кулачков, которые рекомендуются при больших передаваемых моментах [42].

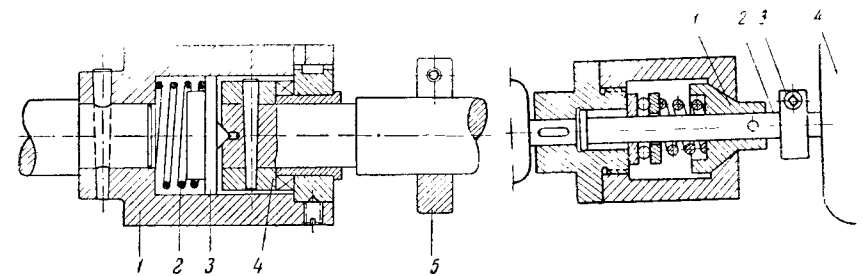
Не симметричные профили (фиг. 33, г, д) следует применять при одностороннем вращении. При конструировании число зубьев в муфтах принимается от 5 до 11.

На фиг. 34, а, б показаны пружинно-штифтовая и пружинно-шариковая муфты. На конец вала 1, выходящего из коробки подач, насаживается диск 2. Внутри этого диска перемещаются плунжеры 4 или шарик (фиг. 34, б) под действием пружины 5. Корпус 3 муфт посажен неподвижно на ходовой вал 6.

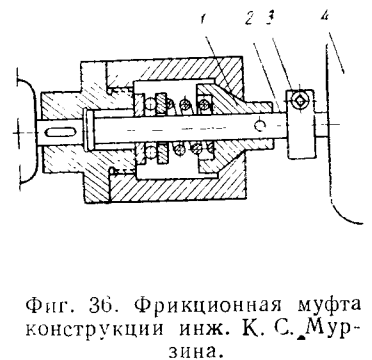


Фиг. 34. Муфты: а — пружинно-штифтовая; б — пружинно-шариковая.

Недостатком описанных конструкций муфт является повышенный их износ, так как в момент прекращения автоматического



Фиг. 35. Механизм, обеспечивающий автоматическое выключение подачи.



Фиг. 36. Фрикционная муфта конструкции инж. К. С. Мурзина.

перемещения супорта кулачки или плунжеры одной половины муфты начинают скользить по другой половине муфты до тех пор, пока механизм подачи не будет выключен вручную.

На фиг. 35 представлен механизм, обеспечивающий автоматическое выключение подачи. Корпус 1 заклинивается на валике. Полумуфта 4 соединена коническим штифтом с ходовым валиком станка. Пружина 2 нажимает на пяту 3. Пята на правом торце имеет конусный выступ, который входит в центровое гнездо ходового вала. Автоматическое перемещение супорта прекращается в тот момент, когда он

нажимает на кольцо; ходовой вал перемещается влево вместе с полумуфтой 4, и подача прекращается.

На фиг. 36 изображена фрикционная муфта для выключения подачи конструкции инж. К. С. Мурзина [9]. Суппорт 4 при движении упорным кольцом 3 сдвигает ходовой валик 2, а вместе с ним и конус 1 влево, что сопровождается прекращением подачи. Такие муфты просты в изготовлении, настройка их на получение размера осуществляется легко, работают они быстро и точно; перемещение конуса 1 влево на 0,05—0,1 мм уже сопровождается выключением подачи.

Для автоматического выключения в определенном положении движущегося на самоходе суппорта может оказаться целесообразным применение электромагнитной многодисковой муфты (фиг. 37, а), работающей в сочетании с неподвижным упором (фиг. 37, б). Муфта помещена на гитаре станка. Такое конструктивное решение можно считать универсальным, так как принятое расположение муфты применимо в любом токарном станке общего назначения.

Электромагнитная муфта 4 (фиг. 37, а) является стандартной. Питание муфты осуществляется от низковольтного селенового выпрямителя. Муфта 4 насажена на втулку 5, которая в свою очередь сидит на оси 9. На левый конец последней надета планка 3 со вставленным в отогнутую часть щеткодержателем 1. Муфта имеет также шестерни 7, 8 и 10. С шестерней 10 связан поводок 6. Устройство закрывается кожухом 2.

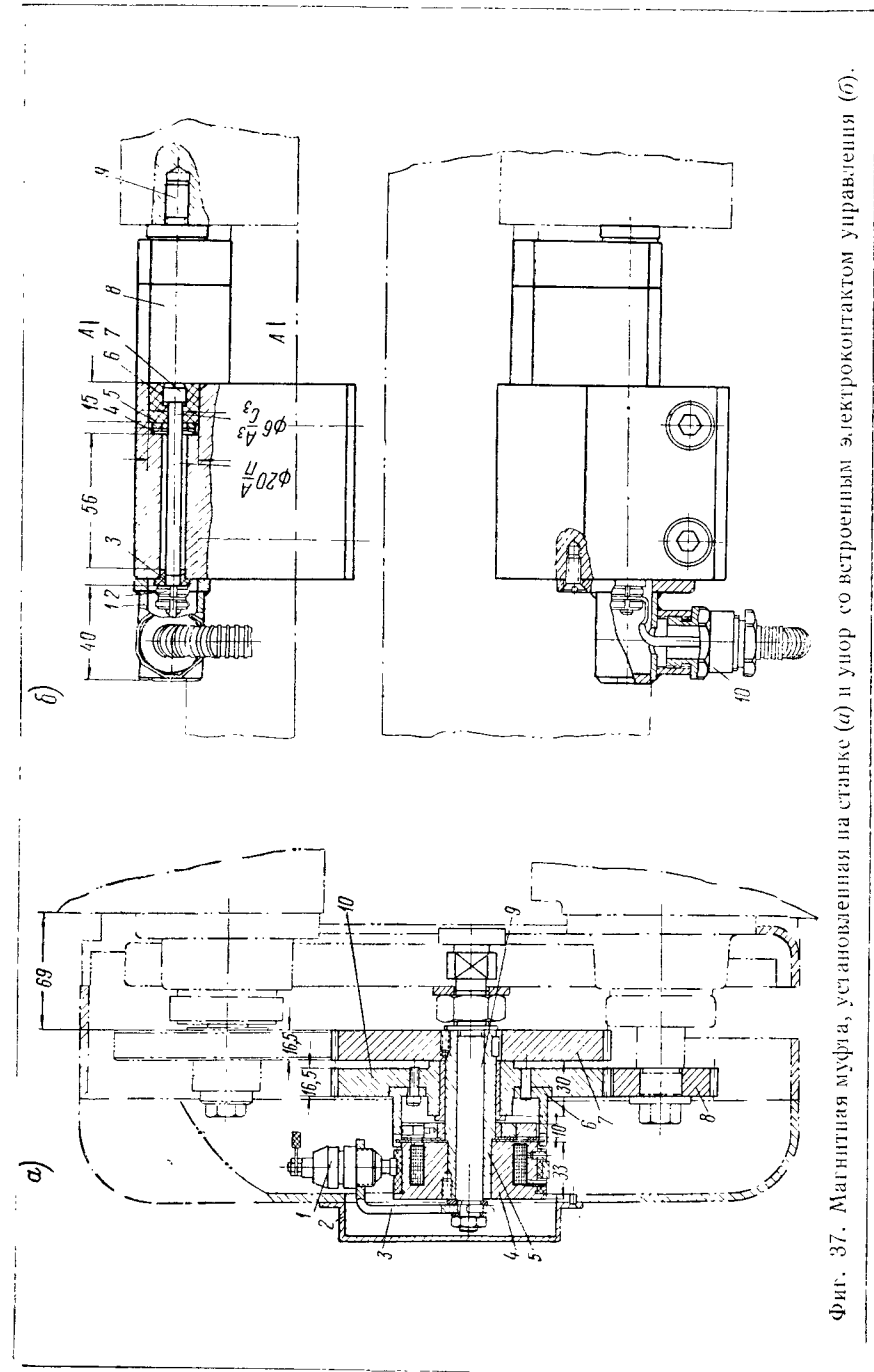
В неподвижный упор (фиг. 37, б) встроены электроконтакты управления, работающий с электромагнитной муфтой, благодаря чему устраняется перебег суппорта под действием сил инерции. Такое решение может оказаться целесообразным и для работы с поперечным упором.

На шток 7, скользящий внутри корпуса неподвижного упора, надета втулка 3 и накручены гайки 2. Под действием пружины 4, нажимающей на шайбу 5, шток 7, проходя пробку 6, встречается с длиноограничителями 8. Левый конец штока закрыт стаканом 1. Если на обрабатываемой детали требуется получить несколько уступов, то работа муфты и закрепляемого неподвижно на передней направляющей станины станка упора координируется с применением длиноограничителей.¹

Рассмотрим устройство, с помощью которых механизмуется обработка гладких валов (с получением определенного диаметра) и ступенчатых валов.

Устройства, механизмирующие обработку гладких валов могут применяться на центровых токарных станках и на станках для бесцентрового обтачивания.

¹ Кроме приведенных муфт, имеются и другие конструкции, описание и расчет которых можно найти в труде д-ра техн. наук проф. Н. С. Ачеркана, Расчет и конструирование металлорежущих станков, Машгиз, 1952.



Фиг. 37. Магнитная муфта, установленная на станке (а) и упор со встроенным электроконтактом управления (б).

На фиг. 38 изображено устройство для автоматизации обработки гладкого вала на токарном станке общего назначения.

В корпусе 3 приспособления в колодках 5, 9 и 11 имеются резцедержатели 6 с закрепленными в них резцами. Во втулках 1, 8, 10 установлены оси 14 с вилками, в которых на шариковых подшипниках монтированы ролики 2. Корпус 3 имеет лапы В и Г; одна из них закрепляется в резцедержателе суппорта, а другая — в специальном кронштейне, закрепленном на направляющих поперечных салазок. Резцы в корпусе расположены на равных расстояниях друг от друга таким образом, что их главные режущие кромки соприкасаются с одной и той же конической поверхностью; вершины резцов находятся на одинаковом расстоянии от оси вращения обрабатываемого вала.

Функции люнета в приспособлении выполняются роликами 2, которые так же, как и резцы, находятся на равных расстояниях друг от друга. Ролики в осевом направлении смещены на небольшую величину по отношению к резцам, благодаря чему создается хорошее центрирование обрабатываемого вала, и величина изгибающего момента оказывается незначительной.

Колодки с резцами и втулки с роликами перемещаются одновременно в радиальном направлении, приближаясь к центру или удаляясь от него, посредством трех спиральных пазов В, профрезерованных в диске 12. По пазам скользят штифты 13, запрессованные в колодки резцедержателей и в оси 14. С зубьями, нарезанными на противоположной стороне диска 12, находится в постоянном зацеплении коническая шестерня 15. При вращении шестерни 15 пальцем 7 поворачивается диск 12, благодаря чему происходит перемещение колодок и втулок. Положение резцов регулируется перемещением резцедержателей 6 винтами 4. Точное перемещение обеспечивается по нониусам, закрепленным на винтах.

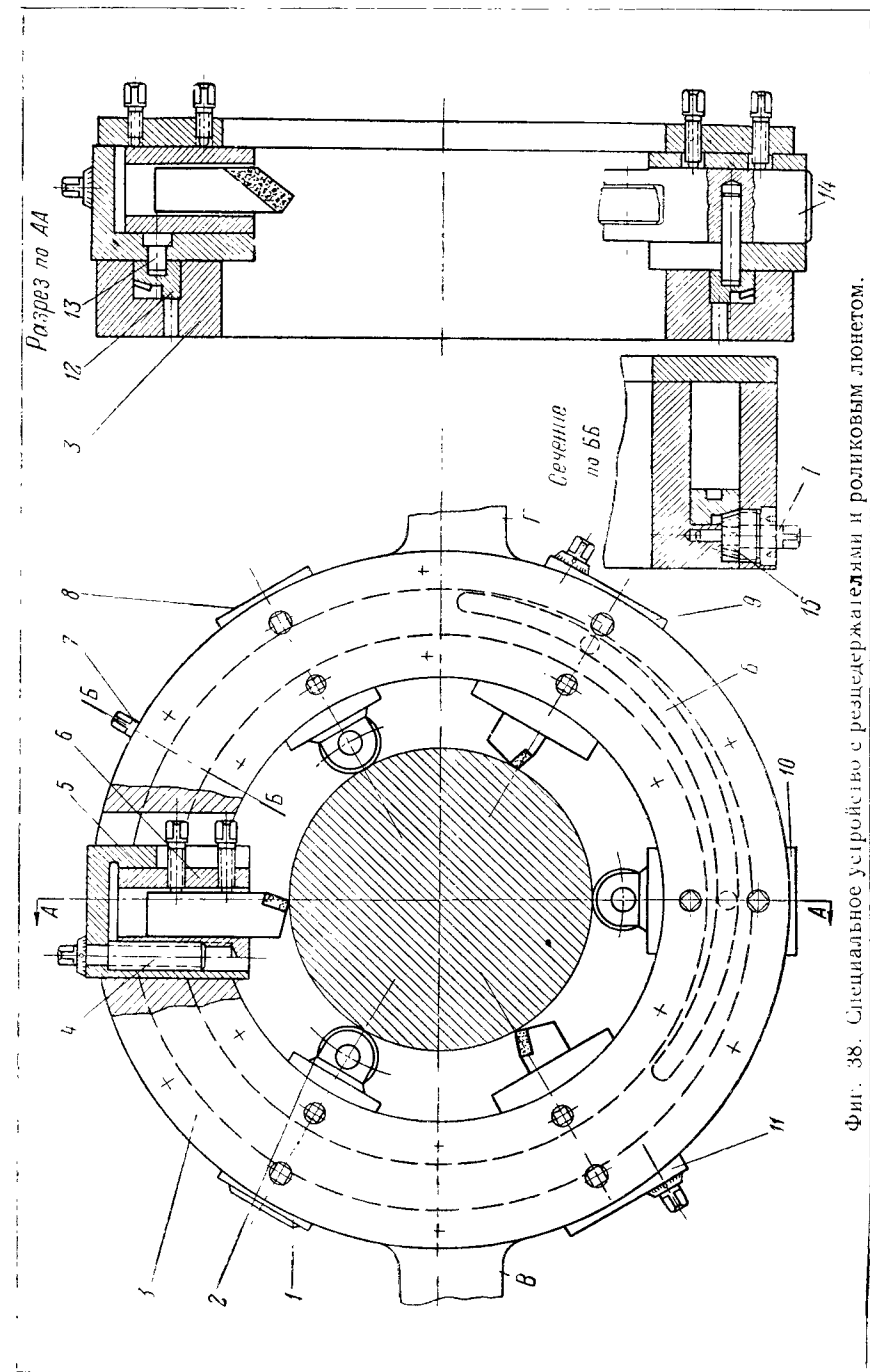
При настройке положение роликов и резцов проверяется по короткому образцовому валу. Геометрия режущей кромки всех трех резцов, так же как и расстояния между ними, должны быть совершенно одинаковы.

В рассмотренном приспособлении осуществляется равномерное распределение нагрузки между резцами за счет деления подачи. В этом случае действительная подача, приходящаяся на любой резец приспособления, равна части подачи, сообщаемой головке:

$$s_1 = \frac{s}{z},$$

где z — количество резцов в головке.

Испытание подобных устройств, работающих с одним резцом (фиг. 39) и с тремя резцами (фиг. 38), было проведено В. А. Клепиковым [52]. Головка использовалась для обтачивания валков из стали 45 диаметром от 25 до 70 мм.

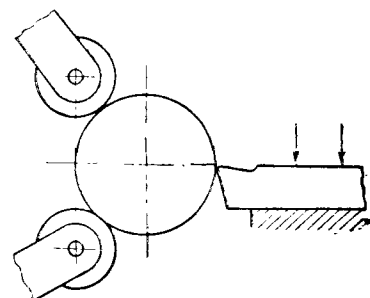


Фиг. 38. Специальное устройство с резцедержателями и роликовым люнетом.

Число оборотов головки, установленной на супорте станка 1Д62, принималось равным 860.

Параметры режима резания изменялись в пределах: $t = 0,5-4,0$ мм, $s = 0,1-0,5$ мм/об и $v = 120-275$ м/мин. Лучшим резцом оказался резец, имеющий $\gamma = 10^\circ$ и $\gamma_1 = -5^\circ$ при $f = 0,2$ мм.

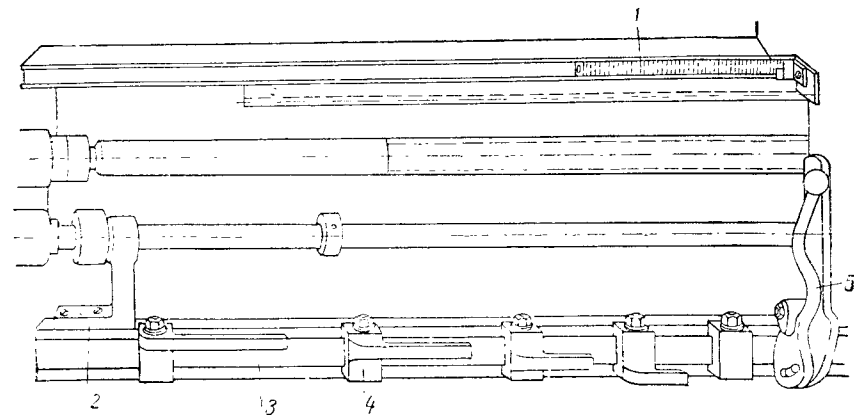
Проведенные опыты подтвердили надежную работу описанного устройства.



Фиг. 39. Схема приспособления с одним резцом и двумя роликами.

Устройства, механизмирующие обработку ступенчатых деталей. При обтачивании ступенчатых деталей различных классов, например валов, можно применять несколько схем. Самой экономичной из них является схема, при которой производится последовательное обтачивание шеек и подрезание ступеней «в размер», без промежуточного возвращения супорта в исходное положение.

Если применение такой схемы затруднительно или даже невозможно, например, из-за большого припуска на обработку, то необходимо заранее наметить возможные схемы обработки и



Фиг. 40. Многопозиционный останов.

принять такую, при которой пути рабочего и холостого перемещения оказываются наименьшими.

На фиг. 40 показан многопозиционный останов, предназначенный для обработки ступенчатых деталей. На валик 3 установлено несколько упоров 4, положение которых регулируется в соответствии с длинами обрабатываемых ступеней. Когда при движении супорта рычаг 5 плоской поверхностью нажимает на один из упоров, перемещается валик 3 и кронштейном 2 от-

ключается муфта подачи. После этого токарь поворачивает рычаг 5, валик 3 перемещается вправо, включается муфта подачи и производится обтачивание следующей ступени детали до момента соприкосновения рычага 5 с очередным упором. Для ускорения установки упоров при настройке в конструкцию введена масштабная линейка 1.

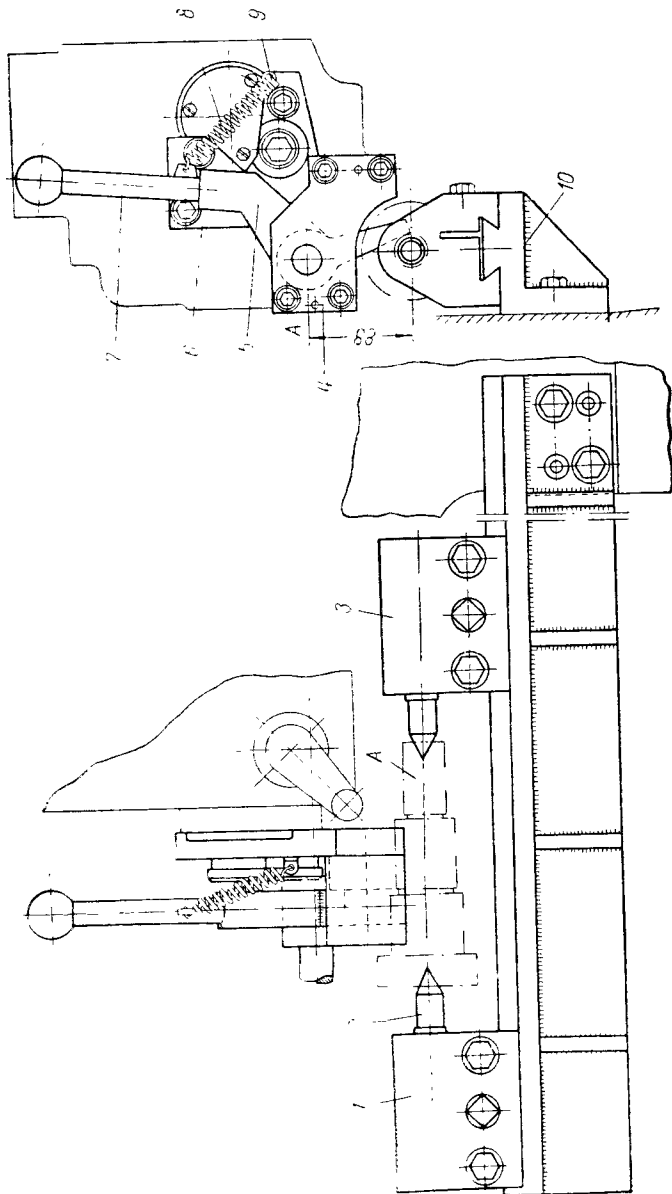
На фиг. 41 изображено устройство, разработанное ЭНИМС для станков 1Д62М и 1Д62 [40], в котором в качестве образца используется ступенчатый валик 1, устанавливаемый на центры 2, имеющие конус Морзе № 3 (ГОСТ 2573—44). Центры, в свою очередь, связаны с бабками: левой 1 и правой 3. В процессе настройки бабки можно перемещать по направляющим сварного кронштейна 10, соответствующим образом укрепленного. С уступами образцового валика-упора при автоматическом перемещении супорта встречается рычаг 5, изготовляемый из стали 40Х и закаливаемый; осевое усилие возрастает, выключается падающий червяк, и супорт останавливается. Перед обтачиванием следующей ступени производят установку поперечных салазок супорта на получение требуемого диаметра, отводя от упора рычаг 5 и включая падающий червяк. Супорт начинает перемещаться на самоходе; рычаг 5 опускают. Обтачивание происходит до момента встречи со следующим уступом валика. В конструкции устройства, кроме упомянутых деталей, имеются: кронштейн 4, плита 6, ручка 7, пружина 8. Один конец пружины 8 связан с ручкой 7, а второй — с ушком 9.

Предварительно, до включения устройства в работу, необходимо обеспечить безотказность выключения падающего червяка. Достигается это регулированием натяжения пружины или ее заменой. Вновь устанавливаемую пружину следует [40] изготавливать из стали 65Г с последующей закалкой. Рекомендуемые размеры пружины: диаметр проволоки — 7 мм; средний диаметр — 40 мм; длина в свободном состоянии — 154 мм; шаг витков — 14,4 мм.

Обработка ступенчатых деталей механизмуется также и в тех случаях, когда производится работа с использованием многопозиционных упоров (фиг. 13—15) и упоров в сочетании с длиннограничителями (фиг. 16).

В тех случаях, когда резец работает на выход, для выключения автоматической подачи применяются конечные выключатели, переключатели и микропереключатели, причем в соответствующий момент выключается электродвигатель механизма подачи, а при отсутствии его — электродвигатель станка. После выключения электродвигателя супорт по инерции проходит дополнительный путь, пока его кинетическая энергия не израсходуется полностью на преодоление сил трения. Путь, пройденный по инерции, зависит от скорости, массы движущейся части и сил трения.

Рассматриваемые ниже выключатели и переключатели, благодаря их быстрому срабатыванию, можно использовать и при

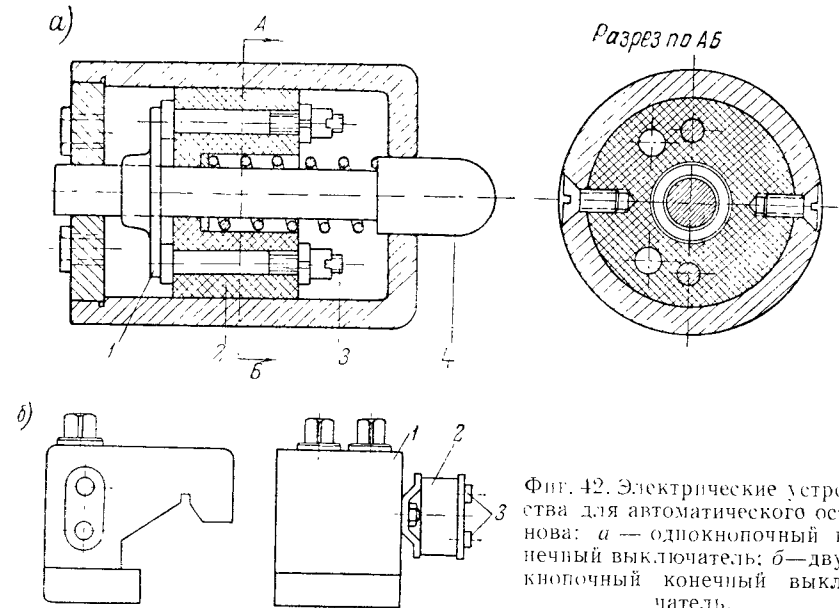


Фиг. 41. Механическое устройство для автоматического выключения подачи.

получении точных размеров по длине. В таких случаях необходимо при настройке на размер учитывать величину дополнительного пути, проходимого суппортом после выключения электродвигателя.

Компактный однокнопочный конечный выключатель¹, имеющий наружный диаметр 22 мм, показан на фиг. 42, а. Его можно легко встроить в обычный неподвижный упор.

В этом выключателе цепь замыкается через контакты 3 (проходящие через фибровую прокладку 2) и контактное кольцо 1.



Фиг. 42. Электрические устройства для автоматического останова: а — однокнопочный конечный выключатель; б — двухкнопочный конечный выключатель.

Размыкание цепи происходит при перемещении штока 4 суппортом, движущимся на самоходе.

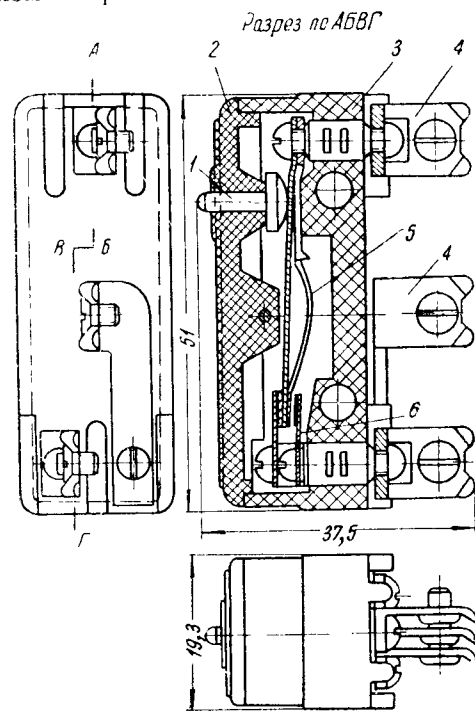
В тех случаях, когда вместе с остановкой станка требуется включение светового сигнала, применяются двухкнопочные конечные выключатели (фиг. 42, б). Выключатель состоит из корпуса 2 с кнопками 3; при нажатии суппорта на одну из них выключается электродвигатель, а другой кнопкой включается световой сигнал. Корпус 2 прикреплен к обычному неподвижному упору 1.

На фиг. 43 изображен микропереключатель завода «Электростанок». Подвижный контакт 5 прибора закреплен винтом в корпусе 3. При нажатии на штифт 1, находящийся в крышке 2, подвижной контакт 5 отходит от неподвижного левого контакта и соединяется с правым контактом 6. Прекращение пажатия на штифт 1 сопровождается возвращением контакта 5 в начальное

¹ Кроме этого нестандартного выключателя, применяются стандартные выключатели (переключатели; стр. 168).

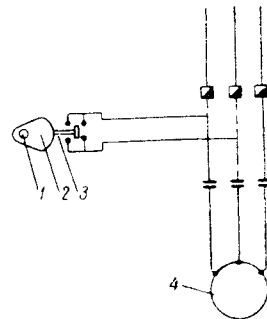
положение. Контактные стойки 4 прикреплены винтами. Микропереключатели работают точнее конечных выключателей.

Работу микропереключателей для обработки деталей можно комбинировать с многопозиционными упорами, монтируемыми на супорте станка.



Фиг. 43. Микропереключатель.

Из других устройств автоматизирующих управление и обслуживание станка, рассмотрим устройство для автоматического отключения электродвигателя, предложенное старшим мастером П. П. Ардовым и примененное на заводе имени Я. М. Свердлова [47]. Это устройство (см. схему фиг. 44) осуществляет



Фиг. 44. Электросхема установки кнопки выключателя.

выключение электродвигателя станка при выключении подачи, и таким образом получается экономия электроэнергии в период замены обработанной детали другой. Применение устройства целесообразно при однопереходной обработке, особенно в случаях значительной затраты времени на установку и закрепление деталей.

На правый конец ходового валика 1 (фиг. 44) посажен кулачок 2, который при повороте валика нажимает на конечный выключатель 3. Среднее положение кулачка характеризуется выключением электродвигателя 4, а два крайних положения — соответственно включением шпинделя на прямое или обратное вращение.

Рассмотренные в настоящей главе устройства позволяют осуществить механизацию и простейшую автоматизацию токарных станков.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЦИКЛОВ ОБРАБОТКИ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

Автоматизация цикла обработки на токарных станках достигается комплексным использованием устройств, рассмотренных в предыдущей главе, при сочетании их с некоторыми дополнительными механизмами.

Автоматизация цикла обработки является наиболее высокой степенью автоматизации станков общего назначения.

Существуют устройства, используемые для автоматизации циклов обработки деталей различных классов: валов, втулок, дисков, шестерен и т. д., а также фасонных поверхностей, являющихся элементами деталей различных классов.

Устройства, автоматизирующие циклы обработки (см. классификацию, схема 1), разделяются на механические, электромеханические, гидравлические и комбинированные. Каждая подгруппа разделяется на устройства для автоматизации простого и сложного циклов. Под простым циклом подразумевается обработка деталей элементарной формы, например гладкого вала.

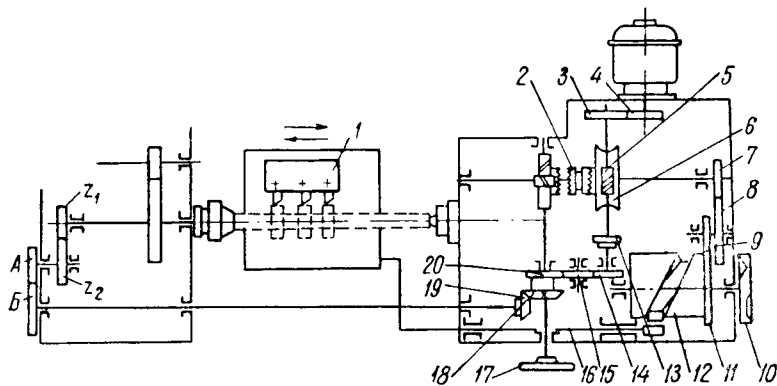
Особую группу составляют устройства для автоматизации цикла нарезания резьбы.

7. Конструкции механического действия

Конструкции, в которых автоматизация цикла осуществляется с применением лишь механических устройств, встречаются редко. Обычно механические устройства сочетаются с электрическими, гидравлическими и другими, образуя группы электромеханических, гидромеханических и других устройств.

В качестве примера использования механических устройств рассмотрим кинематическую схему токарного станка (фиг. 45), автоматизированного для крупносерийной обработки на автозаводе имени В. М. Молотова [29]. На станке установлена новая бабка, с помощью которой происходит автоматическое перемещение супорта с закрепленным на нем резцедержателем 1. Супорт перемещается штоком 16, работа которого координируется

с работой кулачка 12. Паз в кулачке, как видно из фигуры, расположен по винтовой линии. Изменением угловой скорости вращения кулачка 12 достигается изменение скорости движения супорта. В период резания медленное вращение кулачка 12 производится от шпинделя по цепи (А — Б — 19—18—20—15—14—5—6—7—8—9—11), а быстрое вращение — от электродвигателя по цепи 4—3—5—6—7—8—9—11.



Фиг. 45. Схема автоматизированного токарного станка.

С рабочего хода на холостой — ускоренный станок переключается муфтой обгона 13. Диск 10 кулачками действует на конечные выключатели. Маховичком 17 производится ручное перемещение, кулачковой муфтой 2 — реверсирование движения.

После пуска станка осуществляется быстрый подход супорта к обрабатываемой детали, а затем ее обработка. После этого супорт быстро возвращается в исходное положение, и станок останавливается.

8. Конструкции электромеханического действия

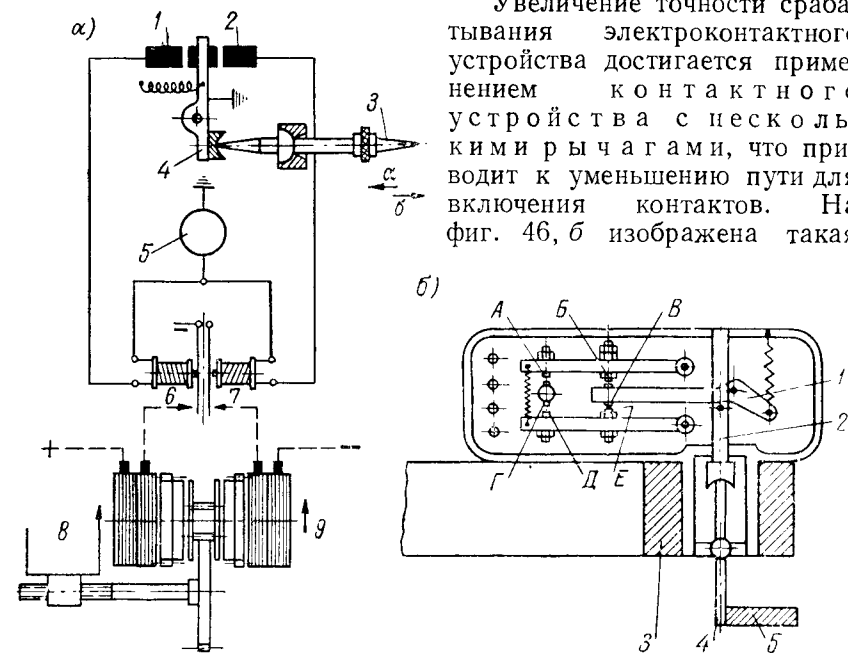
Наиболее распространенные электромеханические устройства для автоматизации цикла обработки — электроконтактные, в которых штифт скользит по шаблону. При этом происходит копирование формы последнего на поверхности обрабатываемой детали.

На фиг. 46, а показано электроконтактное устройство с магнитными муфтами, которое связано с поперечными салазками супорта токарного станка. Мотор-генератор 5, один полюс которого заземлен, питает цепь управления (обозначена жирно).

Если штифт 3, следуя поверхности шаблона, перемещается в направлении стрелки б, то под действием пружины рычаг 4 замыкает контакт 1 и ток проходит через реле 6, которым включается магнитная муфта 8. Вслед за этим салазки супорта начи-

нают перемещаться к оси центров станка. Если штифт 3, следуя поверхности шаблона, перемещается в направлении стрелки а, то, преодолевая усилие пружины, он поворачивает рычаг 4, и в связи с этим происходит размыкание контакта 1 и замыкание контакта 2. Ток проходит через реле 7, включается муфта 9, и салазки супорта начинают перемещаться от оси центров станка.

Увеличение точности срабатывания электроконтактного устройства достигается применением контактного устройства с несколькими рычагами, что приводит к уменьшению пути для включения контактов. На фиг. 46, б изображена такая



Фиг. 46. Контактные устройства.

конструкция, применяемая для копирования на токарном станке. По шаблону 5 скользит контактный штифт 4, проходящий через шарнир, связанный с поперечными салазками супорта 3. Поворот штифта 4 сопровождается осевым перемещением стержня 2 и поворотом рычага 1; при этом контактное устройство включается в работу. На фиг. 46, б контакты обозначены буквами А, Б, В, Г, Д, Е.

Преимуществом рассмотренного контактного устройства является не только уменьшение пути для включения контактов, но и то, что контакты для включения продольного, а также поперечного движений супорта установлены на одном и том же приборе.

Такое устройство было использовано в копировально-токарных станках [11].

При обработке с электроконтактным устройством сложного профиля по шаблону кривая линия шаблона воспроизводится

на изделии в виде ломаной линии, имеющей ступенчатую форму. Очевидно точность и чистота поверхности обрабатываемой детали в данном случае зависят от времени, которое необходимо для переключения электроконтактного устройства. Время переключения, в свою очередь, зависит от чувствительности электросистемы, быстроты работы механических элементов конструкции, способности устройства погашать действие сил инерции.

При болометрическом методе подача импульсов от шаблона или модели (в случае пространственного копирования) основана на изменении температуры некоторых элементов устройства (охлаждение электрически нагретых витков, соединенных в мостик Уитстона), а вместе с этим и величины электрического сопротивления; при соединении болометра с реле могут быть осуществлены сложные циклы переключений с высокой точностью.

Болометрическое устройство было применено в копировально-токарных станках для обработки ступенчатых валиков. Включение продольной или поперечной подач осуществлялось через магнитные муфты, причем для точного срабатывания использовались ленточные тормозы.

Были произведены измерения валиков, обточенных на копировальных станках с болометрическим устройством при подаче $0,48 \text{ мм/об}$; отклонения размеров не выходили за пределы $\pm 0,01 \text{ мм}$ [11]. Однако болометрические устройства имеют и недостатки. К ним следует отнести получение при обработке сложных профилей не плавной, а ступенчатой поверхности. Улучшения поверхности можно достичь увеличением числа подаваемых импульсов.

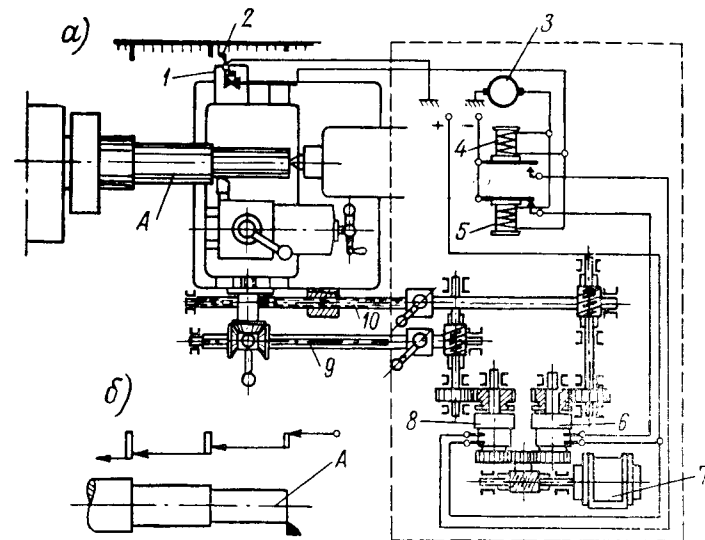
На фиг. 47 приведена принципиальная схема устройства для электромеханического копирования. Это устройство представляет отдельный агрегат. Во время работы штифт 2 (фиг. 47, а) копировальной головки 1 скользит по шаблону. В необходимый момент происходит замыкание цепи питания электромагнитных реле 4 и 5, которые питаются от генератора 3, дающего ток 14 в. Реле управляют электромагнитными муфтами 6 и 8; первая из них, через соответствующую кинематическую цепь, связывается с ходовым винтом 10, для осуществления продольной подачи и вторая 8 с ходовым валиком 9. Вращение муфтам 8 и 6 сообщает электродвигатель 7. На фиг. 47, б показана траектория перемещения резца при обработке валика А.

Точность копирования с устройством $\sim 0,025 \text{ мм}$.

Устройство «Сайзинг» электроконтактного типа с электромагнитными муфтами для автоматизации обработки описано в литературе [2].

Автоматическое измерение при работе устройства достигается использованием специальных мерительных плиток, микрометрических устройств и шаблонов. Устройство «Сайзинг» на машиностроительных заводах в СССР не нашло промышленного применения.

На фиг. 48 приведен токарный станок, автоматизированный для работы по простому циклу. На станке установлен электродвигатель 7 ускоренного хода, который связан с двусторонней муфтой обгона. Упоры 1 и 6 закреплены в определенном месте и используются для перевода штанги 3, скользящей в корпусе 4, благодаря чему происходят подвод и отвод поперечного супорта при помощи механизма, описанного ранее (фиг. 27, а). С этими же упорами связаны конечные выключатели: 5 — для включения



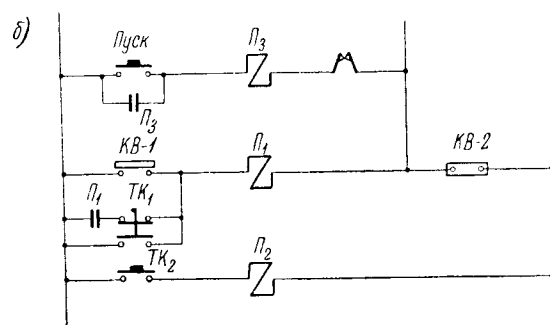
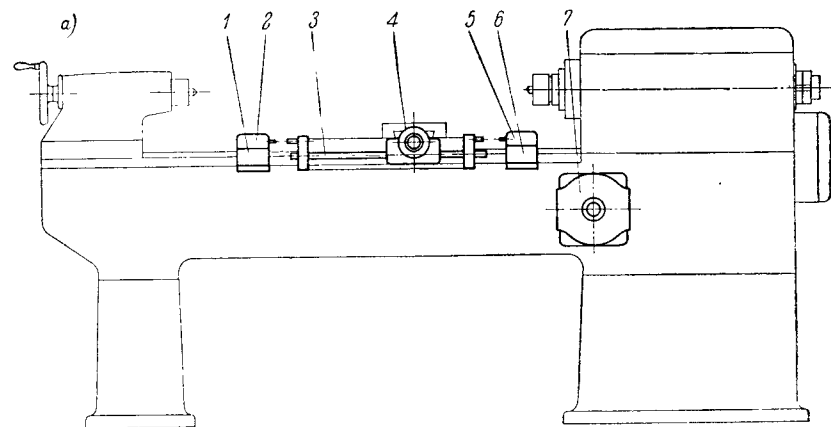
Фиг. 47. Принципиальная схема устройства для электромеханического копирования.

ускоренного обратного хода и 2 — для остановки электродвигателя в конце ускоренного хода.

Электрическая схема управления станком изображена на фиг. 48, б. В момент замыкания контактов конечного выключателя $KB-1$ включается цепь катушки пускателя $П_1$, электродвигателя ускоренных ходов. В момент размыкания контактов конечного выключателя $KB-2$ размыкается цепь упомянутой катушки пускателя $П_1$, а также и катушки пускателя главного электродвигателя $П_3$. Управление ускоренным перемещением супорта осуществляется кнопками TK_1 и TK_2 ; последняя, управляя перемещением супорта назад, включает катушку пускателя $П_2$.

Для автоматизации обработки на токарных станках в условиях индивидуального и мелкосерийного производства заводом «Красный пролетарий» выпущены приборы АТ-1 электромеханического типа, которыми была оборудована партия станков 1А62. Эти приборы дают возможность обтачивать ступенчатые валики и другие детали длиной до 500 мм.

Фиг. 49 изображает кинематическую схему прибора АТ-1, пристроенного к станку. Ходовой валик и винт поперечной подачи станка управляются от барабанов 6, 7, 8 и 9. Ходовой валик станка соединяется с валиком коробки подач муфтой 16, включение и отключение которой выполняются толкателем 14 и соленоидом 15. Соединение механизма автоматических продольных пере-



Фиг. 48. Автоматизированный токарный станок (а); принципиальная электросхема управления токарного станка (б).

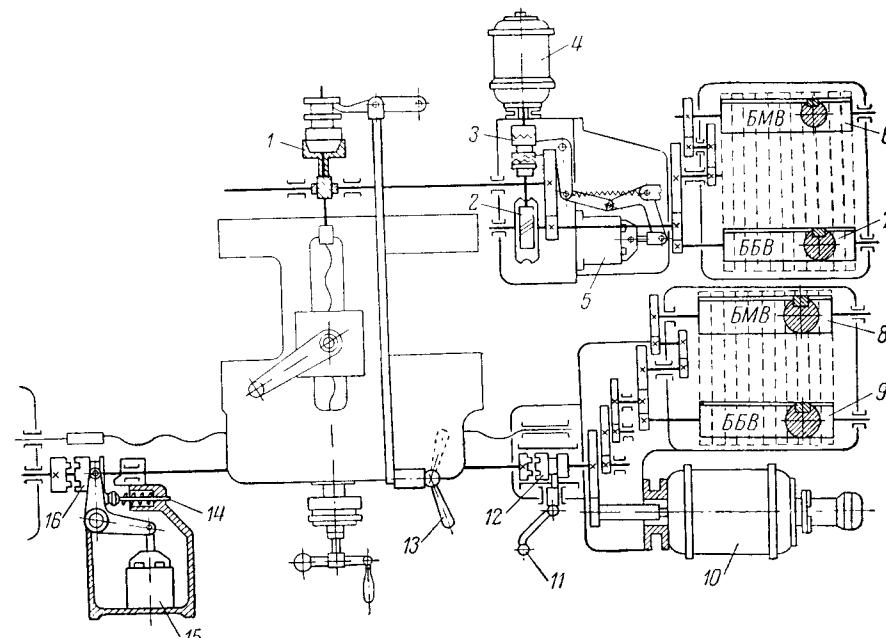
мещений с ходовым валиком станка производится при помощи муфты 12, которая включается рукояткой 11.

Связь винта поперечной подачи с механизмом автоматических поперечных перемещений осуществляется фрикционной муфтой 1 посредством рукоятки 13.

При автоматической обработке деталей продольное перемещение производится барабанами 8 медленного вращения (БМВ) и барабанами 9 быстрого вращения (ББВ). В это время отключается соленоид 15, благодаря чему включается муфта 16. В необходимый момент (после обтачивания на требуемую длину ступени) включенным соленоидом 15 производится размыкание муфты 16. Электродвигателем 10 осуществляется ускоренное (1200 мм/мин) возвращение супорта в исходное положение.

Резец автоматически перемещается в поперечном направлении с постоянной скоростью 40 мм/мин реверсируемым электродвигателем 4. Команды для этого перемещения подаются от барабанов БМВ и ББВ — 6 и 7, через соленоид 5, червячную передачу 2 и муфту 3.

Во время работы величина продольных и поперечных перемещений резца определяется соответствующей установкой колец



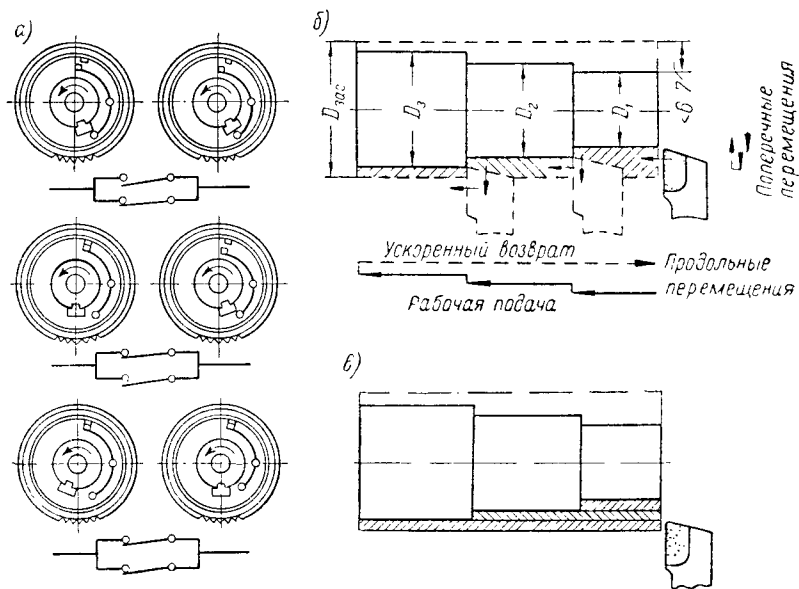
Фиг. 49. Кинематическая схема прибора АТ-1.

настройки; механизмы для получения длин и диаметров имеют по 11 пар таких колец. Внутри этих колец вращаются барабаны медленного и быстрого вращения. С кольцами связаны контакты, оснащенные рычажными прерывателями (фиг. 50, а). Размыкание контактов соответствует подаче команды на включение или выключение того или другого соленоида и т. п. Установка ролика рычажного прерывателя в каждом кольце по отношению к кулачку барабана производится выдерживанием требуемого (в зависимости от величины перемещения) угла между ними. При повороте настроечных колец угол отсчитывается по соответствующим делениям, нанесенным на них.

Разрыв цепи происходит при одновременном размыкании контактов барабанов быстрого и медленного вращения, так как они включены в цепь параллельно. Поворот барабана медленного вращения на один оборот сопровождается перемещением супорта на 500 мм; при одном обороте барабана быстрого вращения

супорт перемещается всего лишь на 10 мм. Благодаря такой взаимозависимости перемещений оказывается возможным настраивать прибор на получение требуемого размера.

Во время обработки детали автоматически действующим коммутатором к цепи управления присоединяют последовательно по одной паре колец, что позволяет обрабатывать десятиступенчатые детали. Десятая пара колец механизма длин управляет включением главного электродвигателя, а последней — одина-



Фиг. 50. Схемы работы барабанов и колец настройки (а); схемы обтачивания ступенчатых валиков (б, в).

дцатой парой колец подается команда супорту для возвращения в исходное положение. В тех случаях, когда на обрабатываемой детали меньше десяти ступеней, для остановки главного электродвигателя на десятых кольцах длин должна быть проведена такая же настройка, как и на кольце, настройка которого связана с обработкой последней ступени.

При обработке ступенчатых деталей, например валиков, можно применять различные схемы, связанные с последовательностью обработки ступеней. При работе по схеме б (фиг. 50) каждая ступень обтачивается отдельно в последовательном порядке; при работе по схеме в (фиг. 50) ступени обрабатываются в несколько переходов, причем обтачивание каждой ступени начинается от торца заготовки. В зависимости от диаметров ступеней и припусков на обработку возможно комбинирование схем б и в. Описанный прибор может быть применен для обработки по любой

из упомянутых схем. Величина настроечных размеров вычисляется по разностям диаметров (фиг. 50, б).

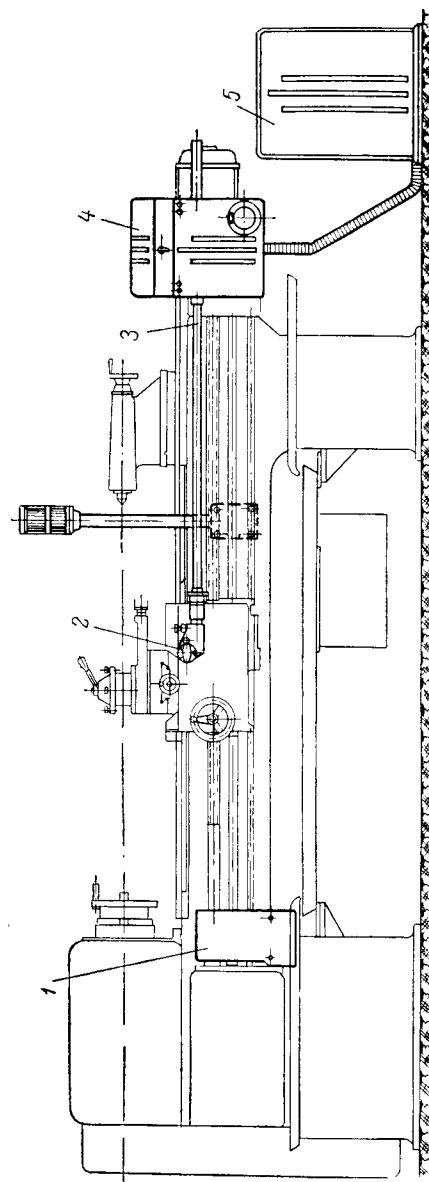
На установку колец по наладочной карте, разработанной технологом, токарем затрачивается 5—6 мин.

При испытаниях приборов АТ-1 установлено, что рассеивание размеров обработанных деталей не превышало по диаметрам $0,1 \text{ мм}$ и по длинам $\pm 0,2 \text{ мм}$ [52]. Это является основанием для рекомендации применения прибора в случаях обработки деталей с точностью 4-го класса ОСТ.

Переключение станка на обычную работу без прибора АТ-1 осуществляется в течение нескольких секунд поворотом рукояток 11 и 13 (фиг. 49). Приборы АТ-1 мало распространены из-за их высокой стоимости и сравнительно медленного выполнения цикла работ.

Для автоматизации скоростной обработки ступенчатых деталей инж. А. М. Кауфманом предложены специальные автоматизаторы АК-3 (фиг. 51), основанные на электромеханическом принципе действия. В приборе, так же как и в автоматизаторах типов АТ-1, имеются медленно и быстро вращающиеся барабаны (снабженные кольцами с выступами и контактами) для получения требуемых команд и соответственно заданных размеров обрабатываемых деталей.

Автоматизатор предназначен для обработки ступенчатых деталей с возрастающими и убывающими размерами ступеней при внешнем, а также и внутреннем расположении ступеней.



Фиг. 51. Автоматизатор АК-3, установленный на станке.

На фиг. 51 показан прибор 4 автоматического управления, установленный на станке. Связь прибора с винтом поперечной подачи осуществляется телескопическим валиком 3 и соответственной передачей, помещенной в узле 2. К станине станка прикреплён узел 1 с механизмом включения продольной подачи. В коробке 5 находится электрическое оборудование прибора.

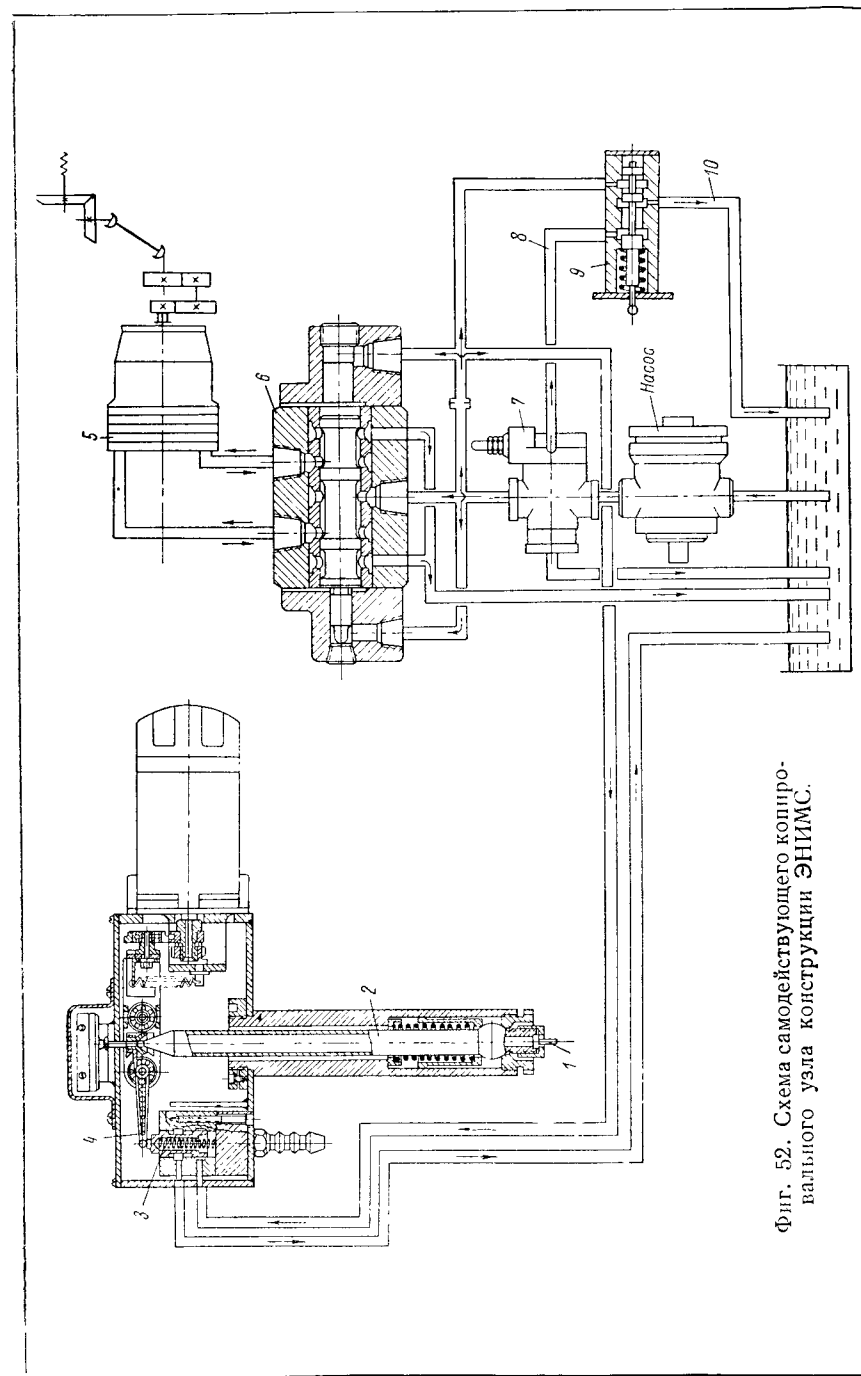
Настройка прибора, по данным А. М. Кауфмана, продолжается приблизительно одну минуту [35]. Диски для набора размеров по диаметрам имеют цену деления 0,05 мм и по длинам 0,5 мм. Достижимая при обработке точность размеров по диаметрам 0,1 мм и по длинам $\pm 0,2$ мм. Описанные автоматизаторы получили очень малое распространение. Объясняется это, повидимому, сложностью их электрической схемы и низкой скоростью поперечного перемещения супорта.

9. Конструкции гидравлического действия

Гидравлические устройства для автоматизации цикла обработки используются в сочетании с копирами. Эти устройства пристраивают к токарным станкам или изготовляют в виде универсальных самостоятельных агрегатов. Последние можно применять при работе как на токарных, так и на фрезерных станках.

Гидравлические устройства дают высокую точность обработки, особенно в тех случаях, когда их конструкция обеспечивает непосредственное воздействие контактного штифта на золотник гидравлической системы. Усилие штифта при работе устройства невелико, что дает возможность в некоторых случаях применять копии из гипса.

Схема универсального гидравлического агрегата¹ представлена на фиг. 52. Контактный штифт 1 может перемещаться в направлении двух осей координат, причем в направлении одной из них перемещение совершается с постоянной скоростью от ходового винта или ходового валика. Перемещение в направлении другой оси связано с гидравлическим агрегатом. При скольжении штифта 1 по наклонной поверхности шаблона происходит поворот его, а вместе с ним поворачиваются стержень 2 и рычаг 4; золотник 3 опускается. Масло устремляется к золотнику 6, реверсирующему вращение гидромотора 5. Поперечные салазки супорта, несущие шаблон, отходят от штифта 1. Этот отход совершается до момента перекрытия золотником 3 канавок. Затем подается новая команда, и цикл повторяется. В конструкции имеется золотник 9, используемый при настройке. В среднем положении золотника по маслопроводу 8 от клапана 7 масло поступает в бак по трубке 10; происходит выключение копиру-

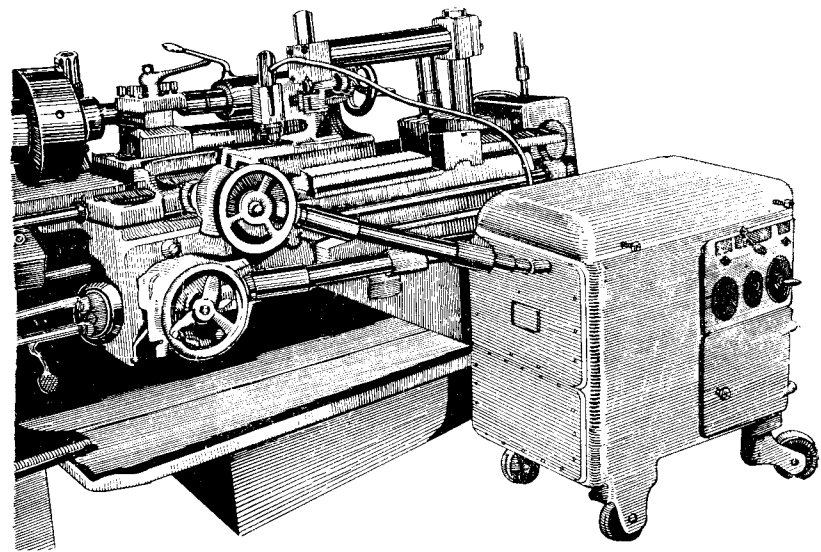


Фиг. 52. Схема самодействующего копирующего узла конструкции ЭНИМС.

¹ Агрегат сконструирован сотрудниками ЭНИМС: лауреатом Сталинской премии канд. техн. наук Г. О. Каменецким и канд. техн. наук И. З. Зайченко [37, 52].

вального агрегата. Крайнее правое положение золотника 9 соответствует нормальной работе устройства. В крайнем левом положении золотника 9 наблюдается отход супорта от контактного штифта.

Соединение гидравлического агрегата со станком 1Д62М в последнем несколько измененном конструктивном исполнении, по сравнению с описанной схемой, показано на фиг. 53.



Фиг. 53. Гидравлический самодействующий копировальный узел ЭНИМС, соединенный со станком 1Д62М.

Внутри корпуса находятся резервуар для масла, гидронасос $Q = 24$ л/мин, гидродвигатель с $n = \pm 420$ об/мин. и все золотники. Гидронасос приводится в движение электродвигателем $N = 2,3$ квт. В процессе работы в гидравлической системе поддерживается давление 25 ат.

Разновидностью гидравлических устройств являются гидромеханические устройства.

На фиг. 54 приведены схемы гидромеханических копировальных устройств, пристраиваемых к токарным станкам [48]. В устройстве, изображенном на фиг. 54, а, по копиру 3, установленному на кронштейнах, скользит копировальный штифт 4 головки 5, прикрепленной, в свою очередь, также к кронштейну, скрепленному с поперечными салазками супорта. С последними связан шток 2, поршень которого скользит в цилиндре 1. При работе устройства автоматическое продольное перемещение супорта осуществляется от ходового винта, поперечное же перемещение верхних салазок супорта производится упомянутой гидравлической системой.

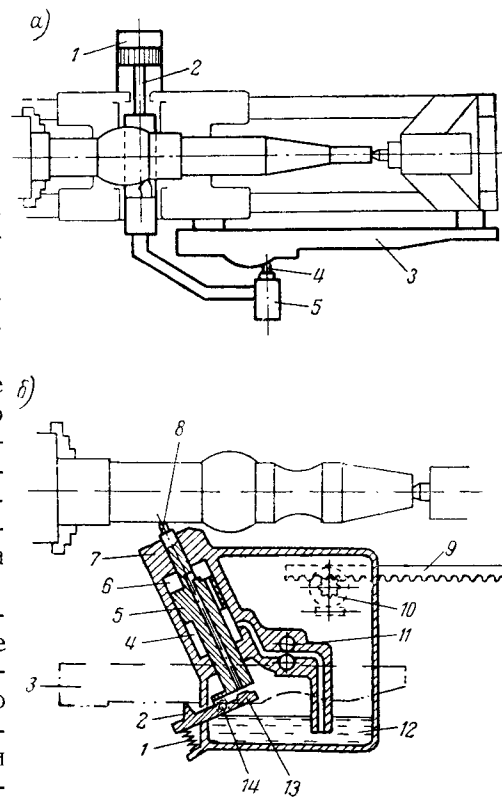
Масло в работающую систему подается от насоса с электродвигателем и бака, установленных у станка.

Благодаря относительной простоте это устройство может получить широкое распространение. Однако обработка с применением гидравлического устройства дает более низкую точность, чем при электромеханическом устройстве.

Более простой вариант гидромеханического устройства показан на фиг. 54, б. Здесь с копиром 3 соприкасается рычаг 2, вращающийся на оси 14, который при помощи клапана 13 держит центральное отверстие поршня 5 открытым под действием пружины 1. Поршень, несущий резец 8, перемещается в цилиндре корпуса 7, отлитом заодно с масляным резервуаром 12. В корпусе 7 помещен также зубчатый насос 11, имеющий самостоятельный привод (на схеме не показан).

В процессе работы автоматическое продольное перемещение супорта осуществляется от ходового валика или ходового винта через шестерню 10 и рейку 9. Поперечное перемещение супорта по направлению к линии центров станка, при нагнетании насосом 11 масла в полость 4 длится до тех пор, пока выступ рычага 2 не соприкоснется с копиром; тогда центральное отверстие поршня закроется клапаном 13 и давление в полостях 4 и 6 уравнивается. При скольжении штифта рычага 2 по выпуклой или вогнутой части копира центральное отверстие поршня будет все больше закрываться клапаном 13 или открываться; в том и другом случае процесс происходит до установления равновесия в гидравлической системе.

Размещением оси поршня под углом 45° к линии центров станка создается большее удобство обработки торцов деталей.

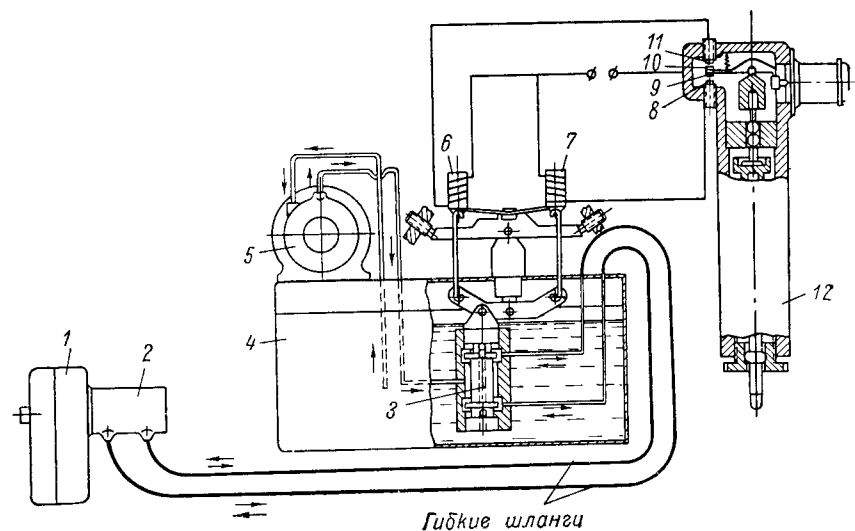


Фиг. 54. Копировальные устройства с гидромеханическим управлением.

10. Конструкции комбинированного действия

К комбинированным устройствам для автоматизации циклов обработки относятся электрогидравлические, пневмогидравлические устройства и устройства для работы с перфорированной лентой.

На фиг. 55 приведена схема электрогидравлического копировального устройства для автоматизации обработки на токарном станке.



Фиг. 55. Схема электрогидравлического копировального узла.

К корпусу 4, наполненному маслом, прикреплен электродвигатель мощностью 1 л. с. С этим электродвигателем соединен лопастной гидронасос 5 ($Q = 0-30$ л/мин). С корпусом 4 связаны также золотник управления 3 и соленоиды 6 и 7. От гидравлического двигателя 2 и редуктора 1 через гибкие шланги осуществляется связь с золотником 3. В электрокопировальной головке 12 имеются контакты 8, 9, 10 и 11.

Золотник следящей подачи (фиг. 56) работает следующим образом. При включении соленоида 6 пустотельный золотник 3 тягой 4 поднимается вверх; масло через отверстия 2 и 13 поступает в гидромотор и, возвращаясь из гидромотора через отверстия 1 и 14 и золотник 3, сливается в бак. В случае срабатывания соленоида 7, что соответствует перемещению тяги 10 вверх и опусканию золотника 3, масло возвращается в бак через отверстие 12. Питание обмоток соленоида производится пульсирующим током. Тяги 4 и 10 связаны с золотником через рычаг 11. Среднее положение золотника регулируется винтами

5 и 8, контактирующими с рычагом, с которым связана плоская пружина 9.

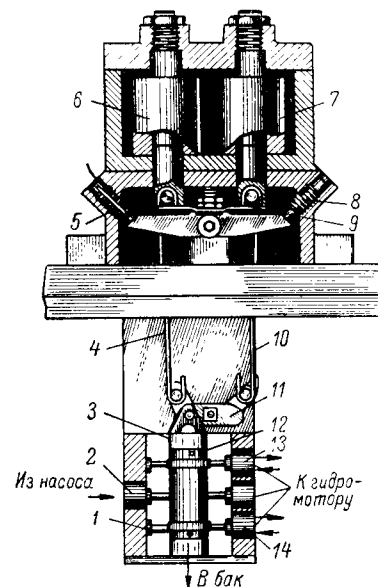
Соленоиды обычно применяются быстродействующие (время срабатывания 0,1 сек.), низковольтные, с ходом 1 мм, допускающие до 30 включений в секунду.

При необходимости управления двумя подачами применяют два электрогидравлических узла.

Редуктор 1 (фиг. 55) и гидродвигатель 2 соединяются с ходовым винтом станка; копировальная головка 12 прикрепляется к станине, а копир к суппорту станка.

Достигаемая точность при работе со средними подачами $\pm 0,025$ мм.

Рассмотрим пневмогидравлические устройства [11, 41]. На фиг. 57, а изображена схема устройства, в которой цилиндр 1 связан с поперечными салазками супорта, а цилиндр 12 — с продольными салазками. Воздух, поступающий из сети, проходит два редуктора 4, поддерживающих давление 2,5 ат при среднем положении штифта 3 копировальной головки 2. Проходя далее фильтры 5 и устремляясь по трубам, воздух подходит к цилиндру 6 копировальной головки и к пневматическому реле 9 и 10. Золотник 7 дроссельно-реверсивного типа управляет поперечной подачей, а золотник 8 дроссельного типа — продольной; при этом величина подачи зависит от положения золотника.

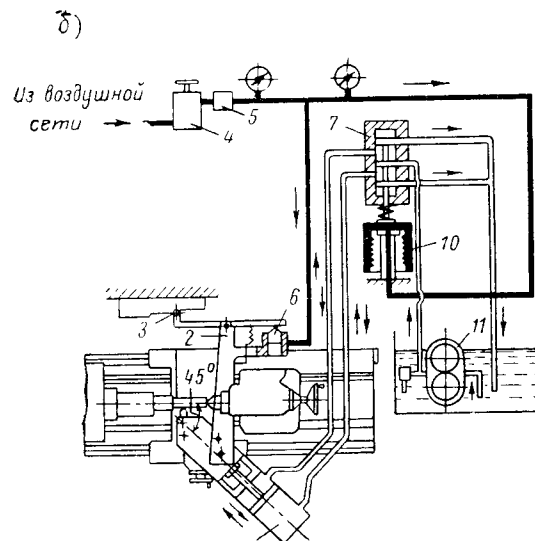
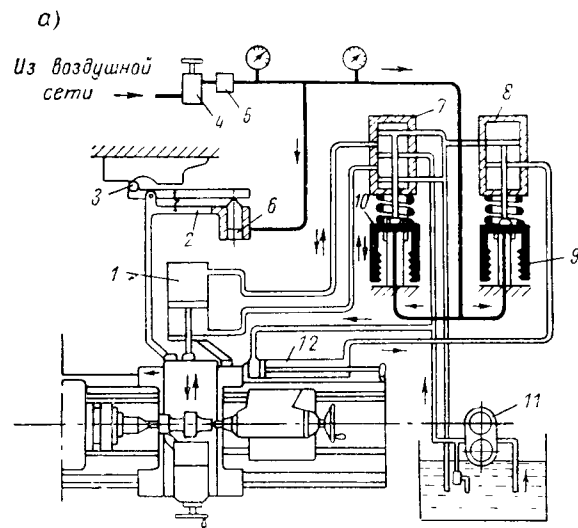


Фиг. 56. Золотник и соленоиды следящей подачи электрогидравлического устройства.

Нагнетаемое насосом 11 масло поступает в цилиндр 12. Задняя полость этого цилиндра связана с золотником; из него масло поступает в цилиндр 1.

Система обеспечивает быстрое срабатывание за несколько сотых долей секунды, что позволяет получить высокую точность при обработке фасонных поверхностей. При работе с подачей до 100 мм/мин при обработке профилей с большими углами подъема достигается точность 0,03 мм; при обработке пологих профилей погрешности составляют $\pm 0,005$ мм [37].

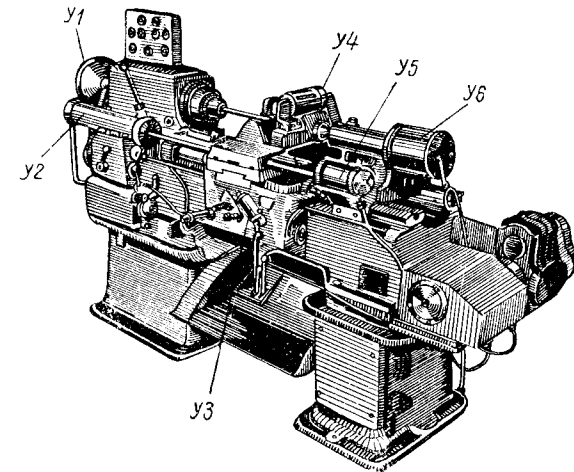
Для надежной работы описанного устройства требуется тщательная и довольно сложная отладка, причем нарушение постоянства давления в пневматической сети будет приводить к понижению точности.



Фиг. 57. Схемы пневмогидравлических копиру-
вальных устройств.

На фиг. 57, б приведена схема упрощенного пневмогидравлического копирувального устройства, приспособленного для обработки по копиру ступенчатых валиков. Управление работой поперечных салазок происходит согласно описанной выше схеме (фиг. 57, а). Обозначения отдельных деталей устройства на фиг. 57, б приняты такие же, как и на фиг. 57, а.

На фиг. 58 показан автоматизированный станок типа «Удмурт» 161с (для скоростного точения) с пневмогидравлическими



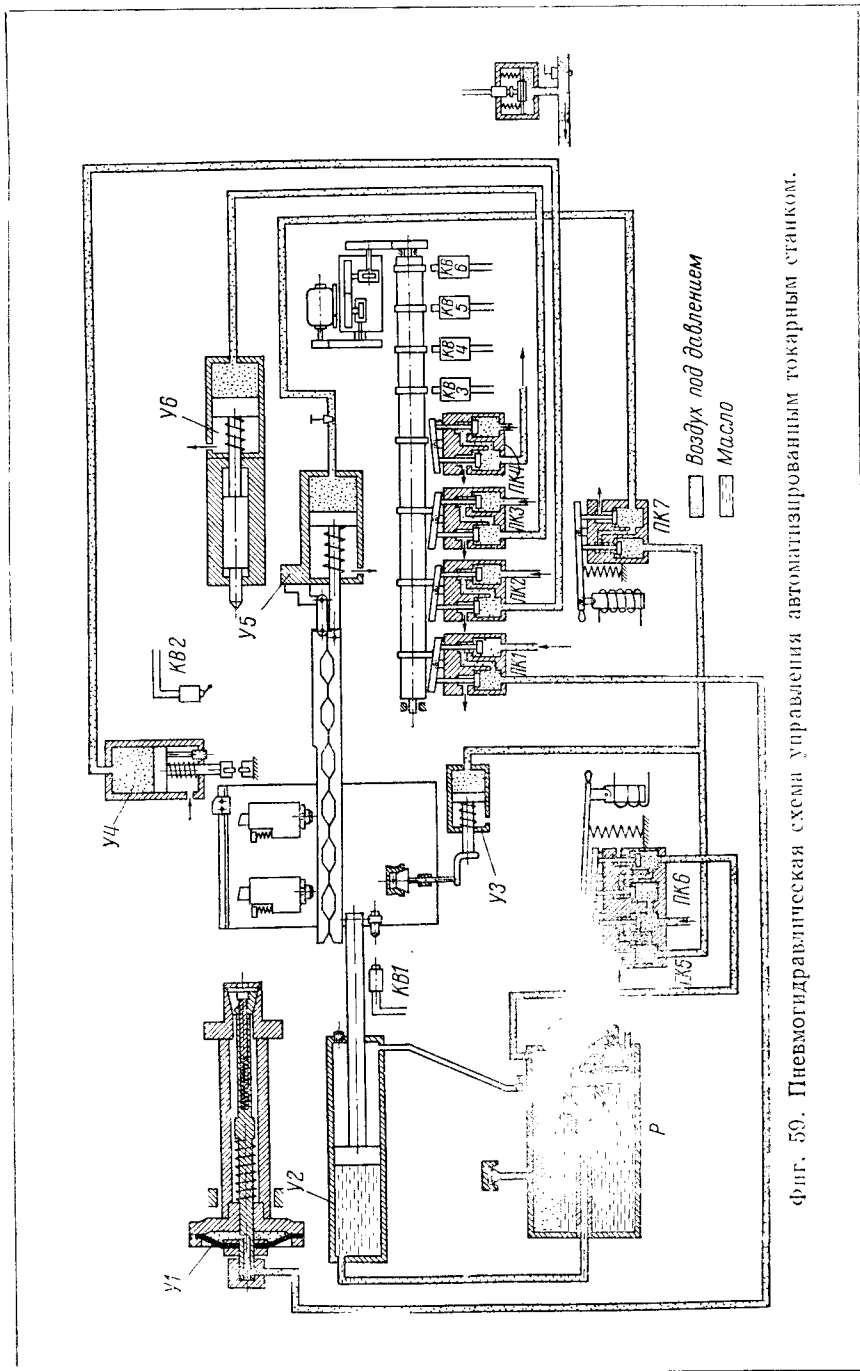
Фиг. 58. Автоматизированный станок типа «Удмурт».

устройствами, превращающими его в полуавтомат [41], а на фиг. 59 - схема управления. Все управление осуществляется командо-контроллером, имеющим форму барабана (фиг. 59). Электродвигатель мощностью 0,4 квт приводит во вращение барабан, снабженный кулачками. Кулачки барабана управляют распределительными пневматическими клапанами: ПК1—ПК4 и конечными выключателями: КВ3—КВ6. Полный оборот барабана соответствует завершению цикла обработки детали. Командо-контроллеры нормализованы и могут применяться в других станках.

Закрепление обрабатываемой заготовки (фиг. 59) производится пневматическим зажимным патроном У1; заготовка поддерживается люнетом У4, оснащенный пневматическим устройством и задней бабкой с устройством У6.

Включение фрикциона автоматической подачи осуществляется устройством У3 с качающимся цилиндром. Суппорт в исходное положение возвращается поршнем устройства У2, причем давление на поршень производится из резервуара Р, в котором, в свою очередь, сжатый воздух давит на масло.

Небольшим устройством У5 резец отводится от обрабатываемой детали; поршень этого устройства передвигает опору копирувальной линейки.



Фиг. 59. Пневмогидравлическая схема управления автоматизированным токарным станком.

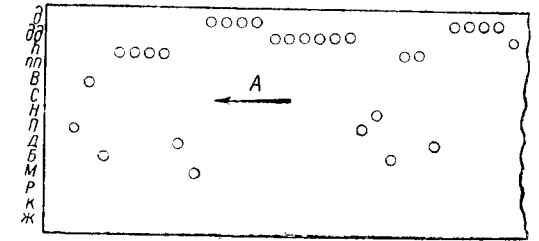
На схеме показаны также конечные выключатели и другие элементы устройства.

Снащением станка описанными устройствами его универсальность не снижается.

Представляет значительный интерес автоматизация токарных станков с применением перфорированной ленты, предложенная доц. Л. А. Глейзером.

На фиг. 60 приведена часть перфорированной бумажной ленты для обработки детали.

На ленте даны следующие обозначения: *П* — поперечный супорт, *Д* — продольный супорт, *В* — вперед, *Н* — назад, *Б* — быстро, *М* — медленно, *n* и *nn* — отсчет миллиметров и соответствующих десятых долей миллиметра хода поперечных салазок супорта, *д* и *дд* — отсчет сантиметров и миллиметров продольного хода супорта и др.



Фиг. 60. Часть перфорированной бумажной ленты.

В ленте, перемещающейся по направлению стрелки *A*, имеются отверстия для осуществления следующих команд: поперечный супорт, вперед, быстро на 4 мм (с тем, чтобы в результате обработки получился диаметр 42 мм при диаметре заготовки 50 мм); продольный супорт, медленно, обтачивание длины 40 мм и т. д.

Назначение отверстий ленты — замыкание электрических контактов или открывание воздушных каналов пневматических устройств для подачи команд исполнительным органам станка. Отверстия на ленте получают с помощью перфоратора.

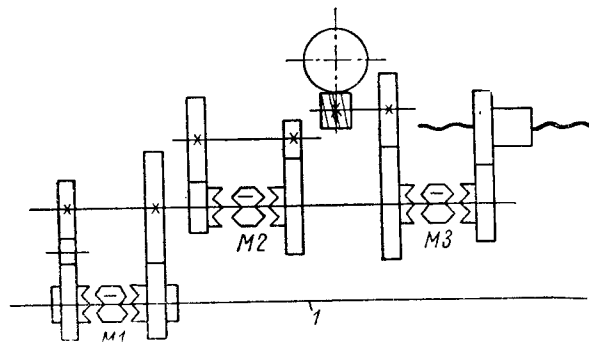
Катушка с перфорированной лентой вставляется в командный аппарат, связь которого со станком осуществляется шестнадцатью проводами. Лента передвигается барабаном с храповым колесом, который одновременно является контактным.

В экспериментальном образце лентой осуществлялось восемь команд, что сопровождалось автоматическими продольными и поперечными перемещениями (быстрыми и медленными) салазок супорта, поворотом резцедержателя и т. д.

Для автоматизации станка потребовалась также и переделка фартука. Кинематическая схема нового фартука дана на фиг. 61. Муфтой *М1*, сидящей на ходовом валике *1*, производятся команды: «вперед», «назад» и «стоп» (в нейтральном положении), а муфтой *М2* — включение рабочих подач, а также ускоренных холостых перемещений супорта; причем рабочая подача устанавливается по имеющейся коробке подач, а холостое перемещение получается

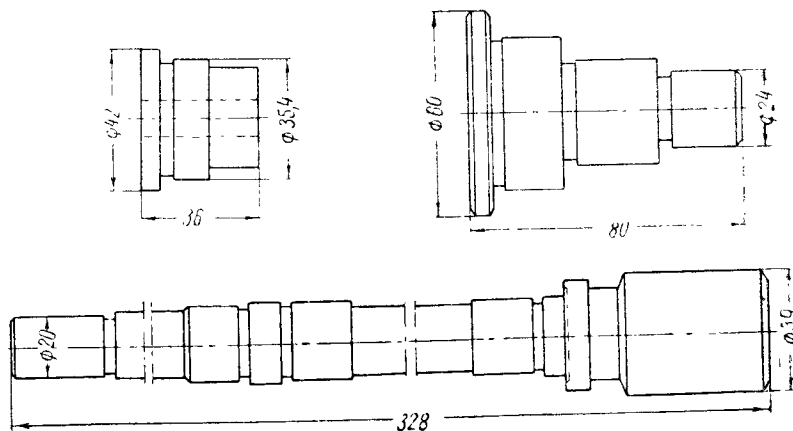
увеличенным в 5,5 раза. Муфтой *M3* осуществляется переключение продольной и поперечной подачи.

В новом фартуке, пристроенном к станку, на передней стороне имеются десять кнопок, которыми производится ручное управле-



Фиг. 61. Кинематическая схема нового фартука.

ние взамен автоматического, и три окна для наблюдения за положениями муфт *M1*, *M2*, *M3*. Для перемещения муфт внутри фартука помещено семь электромагнитов и три путевых выключателя.



Фиг. 62. Детали, обработанные на станке-полуавтомате.

На винте поперечной подачи и на специальной гайке ходового винта размещаются контроллерные барабаны, производящие отсчет пройденного пути. Импульсы от барабанов передаются на соленоид, передвигающий ленту. По исполнении каждой команды перфорированная лента передвигается на один шаг.

В станке применен четырехпозиционный автоматический поворотный резцедержатель, которым управляет отдельный электродвигатель, установленный на супорте.

Рассмотренными выше узлами был оснащен старый станок 162К.

На фиг. 62 показаны детали, обработанные на этом автоматизированном станке. При обработке достигалась точность 4-го класса ОСТ по диаметральным и продольным размерам.

Станок отличается простотой настройки (перфорированная лента поступает в цех в готовом виде) и на этот процесс требуется мало времени. Кроме того, создаются условия для многостаночного обслуживания. Резцы при настройке устанавливаются по постоянному образцу.

11. Автоматизация токарных станков для нарезания резьбы

В большинстве рассматриваемых ниже устройств автоматизируются следующие, периодически повторяющиеся движения: рабочий ход, отвод резца, реверсирование перемещения супорта и возвращение его в исходное положение, подача резца в поперечном направлении на глубину резания для следующего прохода. Автоматизируются также выключение подачи и остановка станка после выполнения необходимого числа проходов.

На фиг. 63 изображено устройство для автоматического нарезания резьбы. Обрабатываемая деталь *A* укреплена в центрах станка. Резец *B*, установленный по шаблону, подается обычным порядком вперед для выполнения первого прохода. Станок включается, и дальнейшая его работа совершается автоматически.

После первого прохода супорт, возвращаясь в исходное положение, встречает упор *8*, неподвижно закрепленный на передней направляющей станины. Через кнопку *15* происходит поворот рычага *14*, перемещается стержень *6* и тяга *4*. Собачка *2* храповика, связанная со втулкой, поворачивается на винте поперечной подачи. При отходе супорта от упора *8* пружина *5* освобождается, происходит перемещение в обратную сторону стержня *6*, тяги *4* и собачки *2* храповика. Последняя, перемещаясь, увлекает за собой храповичок, винт поперечных салазок поворачивается, резец подается вперед на глубину следующего прохода. Супорт, движущийся на самоходе, дойдя до упора *9*, закрепленного у передней бабки, упирается в него пальцем *10*, который, перемещаясь, с помощью стержня *17* повернет рычажок *19*. Освобожденные верхние салазки супорта под действием двух пружин *18* отходят от изделия. Для возвращения резца в рабочее положение используется зубчатый сектор *13*, который, встречая упор *16* (прикрепленный к корпусу задней бабки), поворачивается и поворачивает шестерню *12*, а от нее движение передается рейке *11*. Верхние салазки супорта и рычажок *19* возвращаются в рабочее

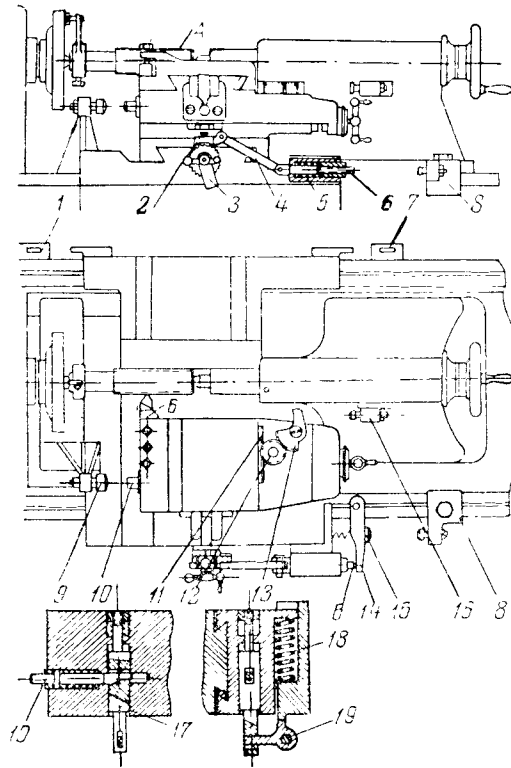
положение. Подача резца прекращается, когда ограничитель 3 дойдет до собачки 2. Конечные выключатели 1 и 7 установлены, как видно на фигуре, с противоположной стороны станины.

На фиг. 64 и 65 приведен станок Т4, автоматизированный на заводе полиграфических машин для нарезания резьбы. В этом станке возвращение супорта в исходное положение осуществ-

ляется за счет реверсирования ходового винта; в связи с этим отпадает необходимость реверсирования главного электродвигателя.

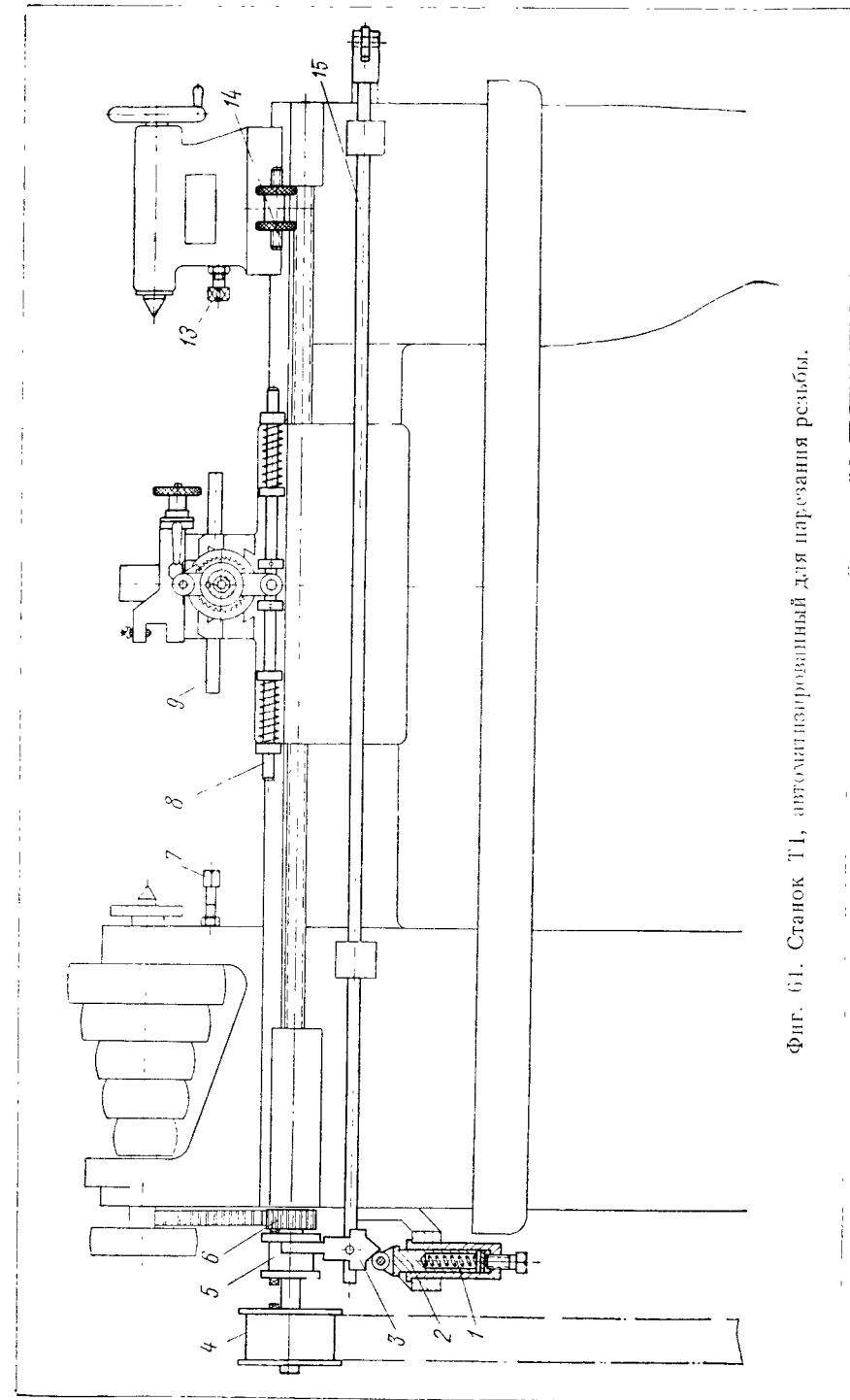
Конструкция механизма отвода и подвода резца вызвала необходимость применения специального супорта (фиг. 65), в котором верхние салазки 20, несущие разцедержатель с резцом, передвигаются по направляющим средней части 29, прижимаемой пружиной 31 через планку 18 к плунжеру 17, соприкасающемуся второй стороной со штангой 9. Штанга 9 может перемещаться в корпусе люнета 16 под действием упоров 7 или 13 (фиг. 64). Для подвода и отвода резца штанга 9 снабжена выточкой.

Автоматическое перемещение резца на глубину очередного прохода осуществляется при правом конечном положении супорта. Штанга 8 (фиг. 64) упором 14 перемещается влево и штырем 28 (фиг. 65) поворачивает посаженный свободно на ось рычаг 10. Связанный с этим рычагом собачка 11 поворачивает храповое колесо 12, вместе с этим поворачивается кулачок 25 (скрепленный с колесом 12), левый торец которого имеет винтовую поверхность. Этой поверхностью кулачок 25 нажимает на торец винта 23, в результате чего происходит поперечное перемещение верхних салазок супорта за счет преодоления усилия, развиваемого пружиной 19. Начальная установка резца осуществляется маховичком 27, которым поворачиваются ось 24,



Фиг. 63. Устройство для автоматического нарезания резьбы.

Фиг. 64. Станок Т4, автоматизированный для нарезания резьбы.



Фиг. 64. Станок Т4, автоматизированный для нарезания резьбы.

шестерни 21, 22 и винт 23, а вместе с этим передвигается средняя часть 30 супорта. После установки винт 23 стопорится рукояткой 37. Маховичком 26 при необходимости поворачивается кулачок 25.

Ускоренное возвращение супорта в исходное положение производится реверсированием ходового винта. Для этого в конструкцию введена муфта 5 (фиг. 64), имеющая с каждой из торцевых сторон по одному зубу. В нейтральное положение муфта перемещается вилкой 3, которая передвигается штангой 15 через рычаг 36 (фиг. 65) от упора 34, нажимающего на кольца 32 или 35, сидящие на штанге 33. Муфта 5 (фиг. 64) из нейтрального положения в рабочее переводится плунжером 2 и пружиной 1. Если муфта 5 перемещена вправо, через промежуточные элементы и шестерню 6 ходовому винту сообщается рабочее движение. Смещение муфты 5 влево сопровождается включением (непрерывно вращающегося от двигателя, имеющего $N = 0,37$ квт и $n = 1400$ об/мин.) шкива 4, благодаря чему происходит ускоренное возвращение супорта в исходное положение.

При применении описанного автоматизирующего устройства можно нарезать лишь резьбы, шаг которых ($t_{н.р}$) кратен шагу ходового винта ($t_{х.в}$), т. е. необходимо выдержать

$$\frac{t_{х.в}}{t_{н.р}} = k,$$

где k — целое число.

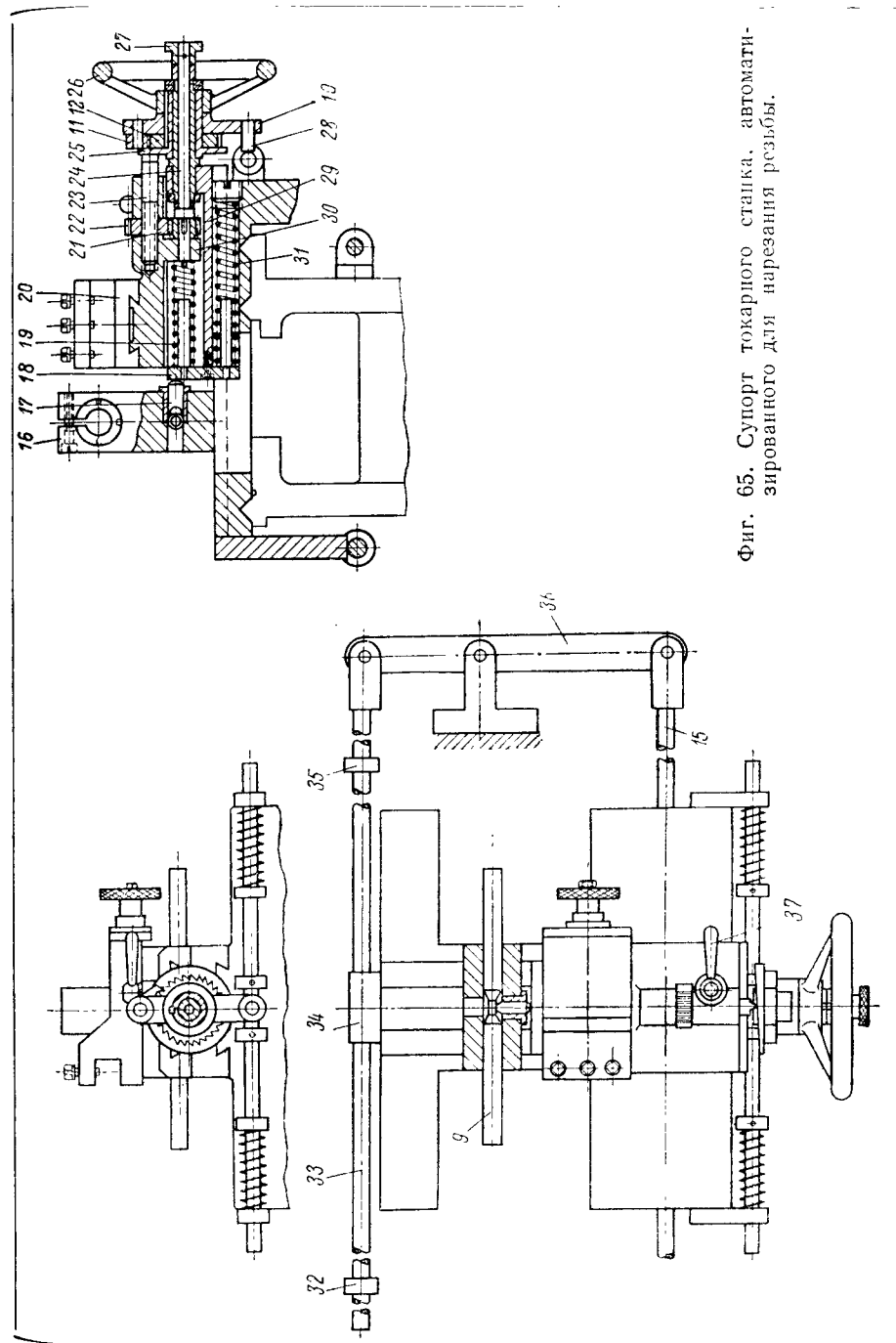
Другой недостаток устройства заключается в том, что радиальная составляющая силы резания P_y воспринимается пружиной 31.

Значительным преимуществом устройства является возможность нарезания резьб с шагом 3—4 мм при высоких числах оборотов шпинделя (900—1200 об/мин.). Это обеспечивается надежной работой муфты 5 при 300 об/мин.

На заводе описанный станок успешно используется для нарезания длинных прямоугольных резьб с шагом до 13 мм как правых, так и левых.

Автоматизированным процессом является также процесс нарезания резьбы вращающимися резцами (вихревое нарезание). Он получил значительное распространение на заводах и осуществляется с помощью специальных приспособлений общеизвестных конструкций [26, 30, 31].

Для автоматического нарезания резьбы применяется также приспособление (фиг. 66, а), предложенное инж. С. Л. Юшковым [52]. Оно укрепляется на супорте обычного токарного станка и с помощью его производится автоматический подвод и отвод резца. Приспособление приводится в действие через довольно сложную кинематическую цепь, идущую от шпинделя станка. В основании 2 помещается коробка подач. Часть 3, несущая сменные кулачки А, Б, В и Г, подвижна; она установлена под



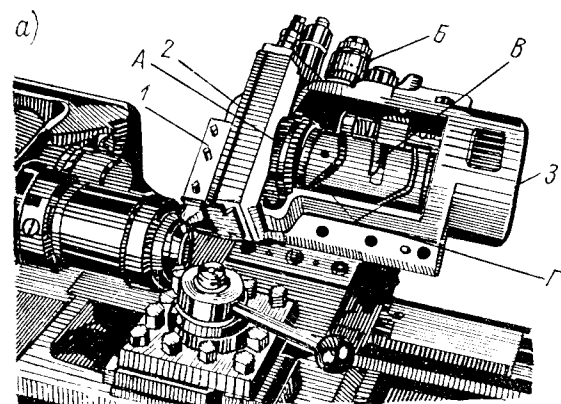
Фиг. 65. Супорт токарного станка, автоматизированного для нарезания резьбы.

Рекомендуемое число проходов

σ_B кг/мм ²	Шаг нарезаемой резьбы в мм						
	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0
80	5	5	8	10	12	16	18
60	2	3	4	4	5	6	8
40	1	1	1	1	2	2	4

углом 30° по отношению к горизонтальной плоскости и может перемещаться по направляющим. С левым торцом части 3 связан супорт 1, несущий резец и совершающий возвратно-поступательные движения в поперечном направлении.

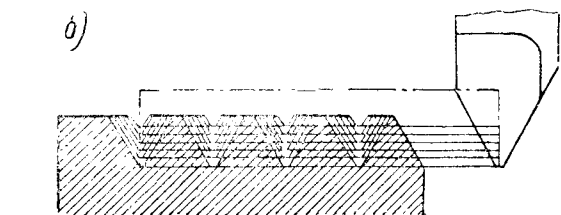
В процессе нарезания резьбы с использованием приспособления резец совершает замкнутый цикл движений (фиг. 66, б):



рабочий ход в продольном направлении, отвод, ускоренный обратный ход и подвод с установкой на глубину для следующего прохода.

Приспособление можно использовать для скоростного нарезания как наружных, так и внутренних резьб правых и левых, метрических, трапецидальных и ленточных. Метрическая резьба может быть нарезана с шагами: 1,5; 2,0; 3,0; 4,0 мм при наружном диаметре до 200 мм и внутреннем — от 20 до 200 мм. Длина нарезаемой резьбы до 70 мм.

С описанным приспособлением были произведены опыты



Фиг. 66. Приспособление, автоматизирующее процесс нарезания резьбы (а); схема нарезания резьбы (б).

В. У. Щербаком для установления оптимальных значений параметров режима резания. По данным этих экспериментов число проходов в зависимости от предела прочности материала нарезаемой детали и шага резьбы рекомендуется принимать в соответствии с табл. 4.

Резцы, рекомендуемые для выполнения работы, оснащаются пластинками твердого сплава Т15К6 и характеризуются следующими данными: $\gamma = 0$; $\gamma_1 = -10^\circ$; $f = 0,7$ мм; $\alpha = 4^\circ$ (для наружных резьб); $\alpha = 6^\circ$ (для внутренних резьб); $\epsilon = 59^\circ 20'$.

Точность, достигаемая при нарезании резьбы, соответствует 2-му классу точности резьб. Чистота поверхности 6—8-го классов по ГОСТ 2789—51. Дополнительное калибрование резьбы не производится.

Перенастройка на нарезание других резьб длится 10—15 мин.

При нарезании резьб с описанным приспособлением достигается увеличение производительности по сравнению с резьбофрезерованием на 40—80%. Это приспособление было успешно использовано НИИ МСХМ и на заводе имени Серго Орджоникидзе.

Рассмотрим еще автоматизированное устройство для высокопроизводительного нарезания резьбы, предложенное С. Е. Есиковым [52].

При этом методе резьбы с шагом 1,5, 2 и 3 мм на стальных деталях ($\sigma_B = 80$ кг/мм²) нарезаются за один проход, со скоростью резания $v = 70—90$ м/мин. Указанное устройство универсально; оно дает возможность нарезать метрическую и дюймовую резьбы правую и левую, цилиндрическую и коническую.

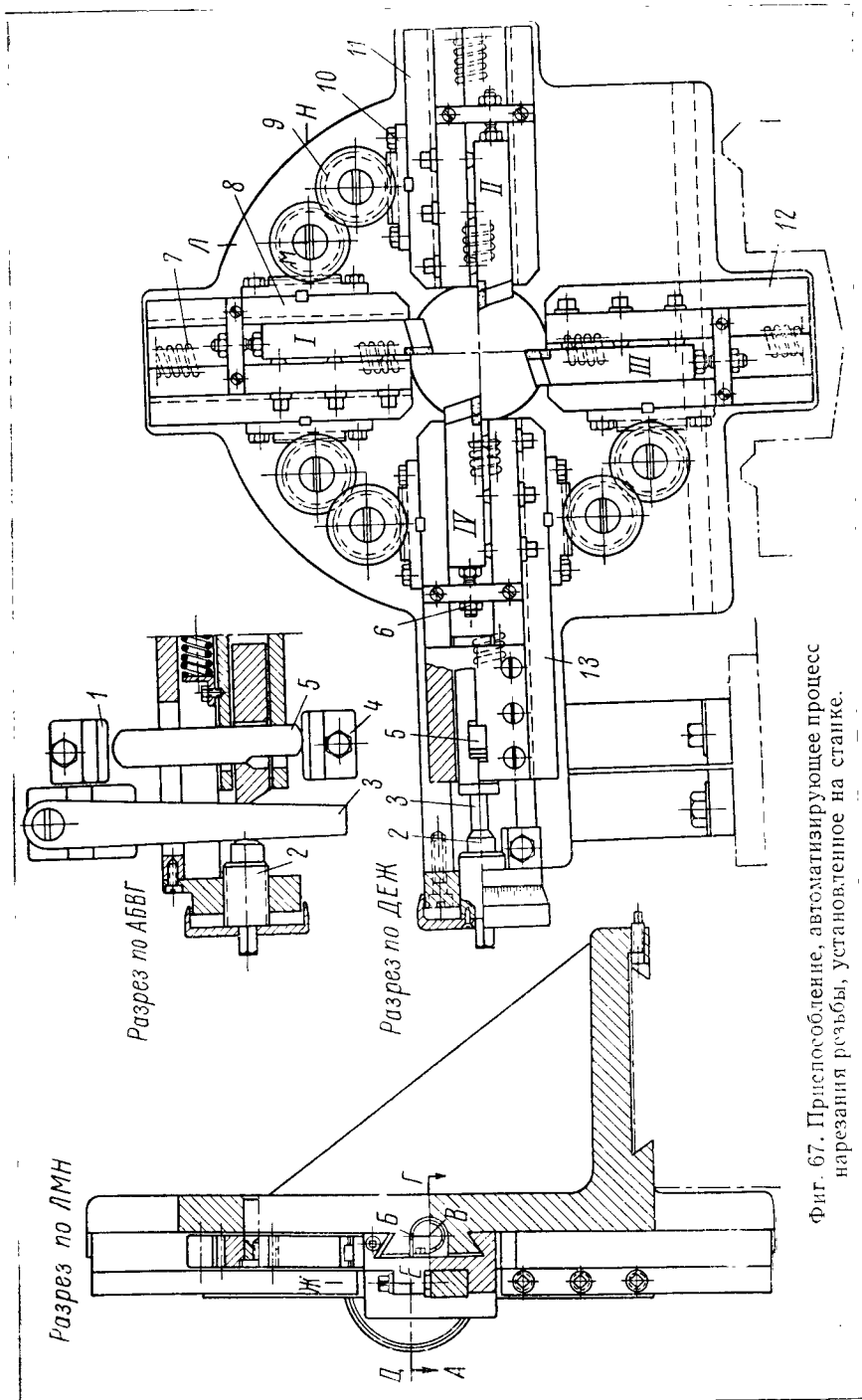
Размеры нарезаемых наружных резьб $d = 50—150$ мм и внутренних $d \geq 100$ мм.

Приспособление устанавливается на место поперечных салазок супорта (фиг. 67 и 68) и имеет четыре супорта 8, 11, 12 и 13. В каждом из них закрепляется резьбовой резец, оснащенный твердым сплавом. За счет взаимосвязанных шестерен 9 и реек 10 обеспечивается винтом 2 одновременное перемещение всех супортов, а вместе с ними и резцов в радиальном направлении. Супорты от центра при нарезании внешней резьбы отводятся пружинами 7, размещенными внутри супортов. В случаях нарезания внутренних резьб направление действия пружин соответственно изменяется.

В процессе нарезания резьбы подвод резцов к центру, а также и отвод их, осуществляется в результате продольного перемещения пластинки 5, соприкасающейся своей торцевой поверхностью, в нужный момент, с упором 1 или 4. Применяются высокие упоры, закрепленные на плите, а последняя, в свою очередь, прикреплена к кронштейнам, связанным с задней стороной станины станка. На этой же плите закрепляется угольник, с которым связывается копир 3, вводимый в работу при нарезании конических резьб.

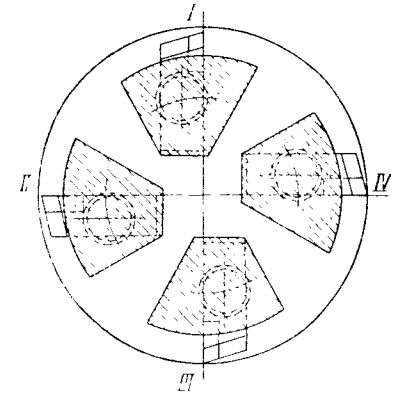
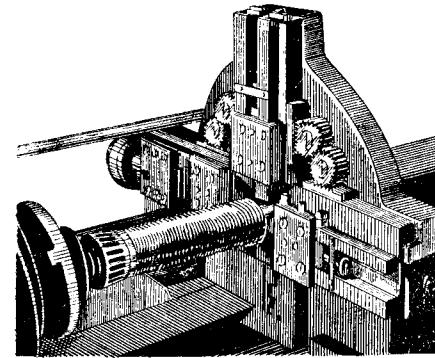
При нарезании внутренней резьбы резцы в приспособлении располагаются так, как показано на фиг. 69.

При заточке резцов правильность положения их режущих кромок по отношению к боковой опорной поверхности проверяется по шаблону.



Фиг. 67. Приспособление, автоматизирующее процесс нарезания резьбы, установленное на станке.

При настройке приспособления для получения определенной резьбы смещение в осевом направлении каждого из четырех резцов (для попадания в нитку) обеспечивается применением черных прокладок. В радиальном направлении выверка положения резцов производится по шаблону, снабженному уступами, расположенными в соответствии с величиной радиальной подачи каждого



Фиг. 68. Общий вид приспособления.

Фиг. 69. Схема расположения резцов при нарезании внутренней резьбы.

резца. Шаблон устанавливается в центры станка, и винтами 6 (фиг. 67) регулируется положение резцов. Для резьб различного диаметра, но одного шага, используются одни и те же шаблоны.

Величину радиальной подачи резцов, с учетом наиболее ответственной работы четвертого, чистового резца, рекомендуется принимать в зависимости от шага нарезаемой резьбы по данным табл. 5.

Таблица 5

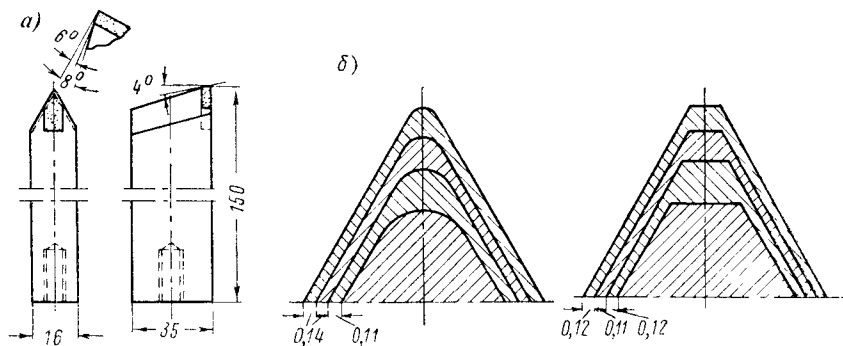
Шаг резьбы в мм	Радиальная подача резцов в мм			
	I	II	III	IV
1,5	0,35—0,45	0,24—0,3	0,16—0,2	0,12—0,16
2	0,5—0,6	0,32—0,38	0,23—0,28	0,18—0,22
3	0,75—0,85	0,5—0,6	0,32—0,38	0,25—0,30

Геометрия резцов, оснащаемых твердым сплавом Т15К6, показана на фиг. 70, а.

Схемы нарезания резьб с шагом 3 мм, за один проход, представлены на фиг. 70, б. В первой из них предусматривается работа резцом с закругленной вершиной, во второй — с плоской. Рекомендуется работать резцами с закругленной вершиной ввиду

большой стойкости их, причем значения радиусов принимаются в зависимости от шага нарезаемой резьбы (табл. 6). Если же у вершины затачивается площадка, то для упрочнения работающих кромок резцов рекомендуется принимать размеры площадок по данным табл. 6.

Для нарезания резьб с большим шагом ($s > 3$ мм), а также при нарезании резьб на деталях, изготовленных из особо твердых сталей, можно применять приспособление такой же конструкции, но усиленное и оснащенное четырьмя резцедержателями.



Фиг. 70. Резьбовой резец (а); схемы нарезания резьбы (б).

в каждом из которых устанавливаются по два резца. Однако такие приспособления использовать при нарезании резьб на действующем оборудовании почти невозможно, так как, например, при нарезании резьбы за один проход с шагом $s = 6$ мм на стальной детали при $\sigma_b = 80$ кг/мм² и $v = 60$ м/мин требуется станок с мощностью электродвигателя 40 кВт.

Можно, конечно, идти и по другому пути, т. е. нарезать резьбы за два прохода и тогда конструкцию приспособления (фиг. 67) надо пополнить механизмом для возможности поворота винта 2 со стороны рабочего места.

Таблица 6

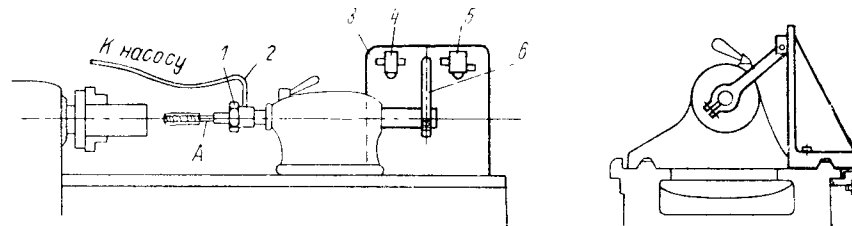
Величины радиусов и ширины площадок резцов

Шаг резьбы в мм	Радиусы вершины резцов в мм				Размеры площадок резцов в мм			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1,5	0,25	0,18	0,12	0,12	0,38—0,45	0,27—0,32	0,18—0,22	0,12—0,16
2	0,35	0,25	0,18	0,18	0,6—0,7	0,38—0,45	0,27—0,32	0,18—0,22
3	0,4	0,35	0,25	0,25	1,0—1,1	0,6—0,7	0,38—0,45	0,27—0,32
4	1,0	0,6	0,35	0,35	—	—	—	—

Описанное приспособление было испытано в лабораторных условиях, причем получены следующие результаты.

1. Точность и чистота резьб получалась такой же, как и при нарезании одним резцом с автоматическим циклом работы (см. выше).

2. Получена высокая стойкость резцов. Резьба 85×2 длиной 280 мм нарезалась на стальных деталях с $\sigma_b = 85$ кг/мм² со скоростью резания $v = 83$ м/мин. Первым комплектом резцов в течение 25 мин. было нарезано 56 деталей, другим комплектом за 29 мин. — 64 детали. В том и другом случае затуплялся только чистовой резец (IV), а остальные резцы сохраняли свои режущие свойства.



Фиг. 71. Станок, автоматизированный для нарезания внутренней резьбы.

3. Достигнута высокая производительность. Резьба с шагом $s = 3$ мм, диаметром 120 мм и длиной 48 мм нарезалась за 0,09 мин. При нарезании такой же резьбы с помощью автоматического резьбонарезного приспособления (фиг. 66) при $v = 70$ м/мин и 10 проходах требуется $\sim 1,5$ мин., а при нарезании вращающейся четырехрезцовой головкой ($v = 250$ м/мин и $s_0 = 1$ мм) ~ 3 мин.

Практическую ценность представляет автоматизация процесса нарезания метчиком внутренней глухой резьбы, выполненная на ЧТЗ [52]. Схема автоматизированного станка показана на фиг. 71.

Нарезание резьбы $M14 \times 1$, глубиной 85 мм, производится специальным метчиком А, в котором просверлено центральное отверстие, сообщающееся с четырьмя поперечными отверстиями, выходящими в стружечные канавки метчика. Хвостовая часть метчика входит в отверстие пинноли; гайкой 1 он удерживается от осевого перемещения. Для охлаждения и смазки, а также и удаления стружки, от насоса подается масло, поступающее по шлангу 2, под давлением 1—2 ат.

На направляющую станины установлен и прикреплен угольник 3, к которому привернуты конечные выключатели 4 и 5. Во время работы метчик подводят к детали и начинается автоматическое нарезание, вплоть до встречи стержня 6, связанного с пиннолью, с выключателем 4. После этого происходит реверсирование вращения электродвигателя; метчик вывертывается. Стержень 6 нажимает на конечный выключатель 5, и станок останавливается.

Следует отметить, что устройства для автоматизации циклов обработки для токарных станков и станков других групп до сих пор сколько-нибудь широкого распространения в условиях серийного машиностроения не получили. Это объясняется сложностью некоторых из предложенных конструкций и их высокой стоимостью. Однако автоматизация циклов работы станков общего назначения, имеющая важное значение для социалистической промышленности, технически вполне возможна и в ряде случаев экономически целесообразна.

Дальнейшие работы в этой области должны быть направлены прежде всего на создание типовых устройств для автоматизации простого цикла обработки.

12. Использование механизмирующих устройств новаторами-скоростниками и результаты экспериментальных исследований

Ниже приводятся краткое описание методов работы новаторов-скоростников и эскизы механизмирующих устройств, используемых ими. Данные об обработанных новаторами деталях, станках, режимах резания и т. д. приведены в табл. 7.

Токарь-новатор, лауреат Сталинской премии Г. С. Борткевич осуществлял чистовое обтачивание деталей класса шестерен, работающая чаще всего правым подрезным резцом.

На фиг. 72 показаны эскизы трех деталей, обработанных им скоростными методами.

Используя продольный и поперечный лимбы, Г. С. Борткевич добился значительного сокращения вспомогательного времени. При обработке первой детали он записывал показания лимбов. Получалась табличка, в которой цифры располагались в определенной последовательности в соответствии с порядком переходов. В дальнейшем эта табличка использовалась при обработке других деталей партии.

Значительное внимание Г. С. Борткевич уделял сокращению пути перемещения резца при обработке деталей [47].

Лауреат Сталинской премии токарь-скоростник Московского завода шлифовальных станков П. Б. Быков при испытании нового быстроходного станка завода «Красный Пролетарий» работал со скоростью резания 1138 м/мин. В дальнейшем П. Б. Быков увеличил скорость резания до 3000 м/мин при обработке деталей классов втулок, дисков и др. (табл. 7).

Для получения точных размеров П. Б. Быков почти всегда одновременно применяет продольные и поперечные упоры, используя соответствующие наборы длиноограничителей.

На фиг. 73, а приведен предложенный П. Б. Быковым четырехпозиционный продольный упор в форме барабана [10], а на фиг. 73, б показано применение поперечного упора и мерных брусков при обтачивании ступенчатой детали.

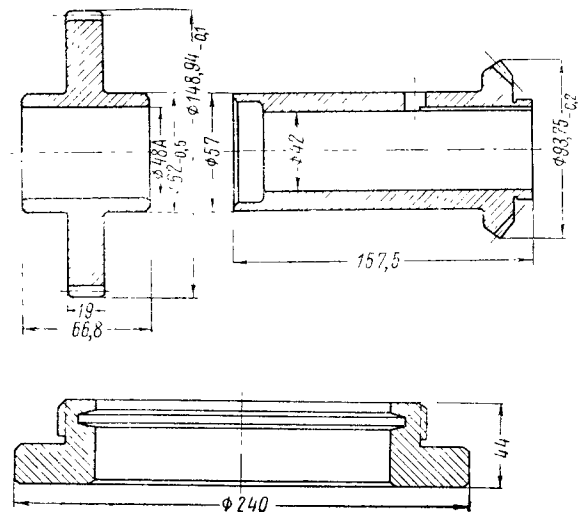
Таблица 7

Примеры обработки типовых деталей новаторами-скоростниками

Токарь-скоростник	Наименование обработанных деталей	Материал детали	Максимальные наружные диаметры в мм		Высота центров в мм	Расстояние между трампами	число оборотов в минуту	Станок		пределы в мм в м/об	мощность электродвигателя в кВт	Механизмирующие устройства, использованные при выполнении работы	Режим резания	Режимы резания
			деталь в мм	деталь в мм				в мм	в мм					
Г. С. Борткевич	Коническая шестерня То же	Сталь 45	130	110	300	1000/30	1350	0,06—0,13, 69	5,8	Длиной продольный и поперечный	11-К6С	геометрия	1,30	1,30
			91	78									2,5	2,5
			45	20X									2,0	2,0
			10X	20X									1,5—2,0	1,5—2,0
			15	15									1,5—2,0	1,5—2,0
П. Б. Быков	Белый фланец Лимб Фланец Вкладыш Гайка То же	Сталь 35	95	140	300	1000/30	1400	1,66	1,66	Упоры: продольный и поперечный (фиг. 73, а); установка на диаметры 11-К6С; 130К4; 130К4; по диаметру	геометрия	0,18	1,30	
			15	15								0,22	0,22	
			15	300								0,21	0,21	
			15	116								0,28	0,28	
			45	105X, 20X								0,30	0,30	

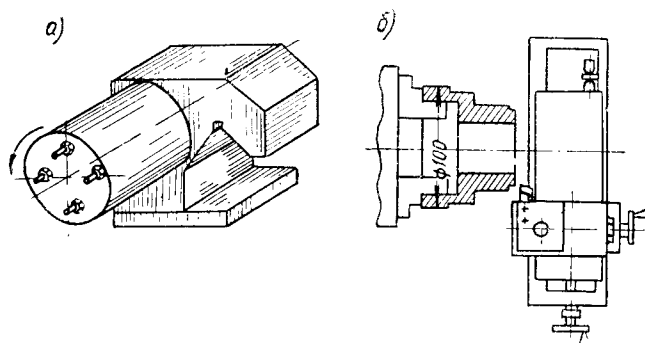
В этих случаях приводятся диаметры резцов в мм.

Токарь-скоростник	Наименование обрабатываемых деталей	Материал деталей	Максимальные наружные диаметры (d) обрабатываемых деталей в мм	Станок				Механизирующие устройства, при выполнении работы	Резец	Режимы резания		
				высота центров в мм	расстояние между центрами	число оборотов в минуту	предел точности в мкм/об			мощность электродвигателя в кВт	пластичность твердого сплава	геометрия
В. Д. Дрокин	Ротор паровой турбины низкого давления	Сталь 15	12 и (фиг. 73)	1250	8000	1,14	III	Индикаторные приспособления, обеспечивающие получение размеров по диаметрам и длинам (фиг. 76)	У ₁ =5°, γ=1°, α=10°	Предварительное облачивание 3,0 0,8 150 Чистое облачивание 0,5 0,4 226	2,5 0,8 118 1,25 0,2 290 1 0,21 1,9 1 0,21 122	5 м/с 1 м/с
В. К. Семеновский	Ось качения трактора ХТЗ-7 В. д. Шестерня реверса (фиг. 80) Станок (фиг. 80)	Ст. 5 " 5 " 5 Сталь 40Х Ст. 5	35 340 700 930 240Х 260	325	2400	12-800	II	Продольный упор, индикаторные устройства (фиг. 77-79)	Чистовая: φ=90°, φ ₁ =10°, γ=15°, α=9° и и 13-К1	1,5 0,2 190 Расширение отверстия d=130А 1 0,16 260 0,2 0,16 260 Облачивание d=26)	1 0,16 725 0,2 0,16 725	



Фиг. 72. Эскизы деталей, обработанных Г. С. Борткевичем скоростными методами.

ной составляющей силы резания. При этом он устанавливает резец сразу на всю глубину резания, т. е. производит обработку за один проход.

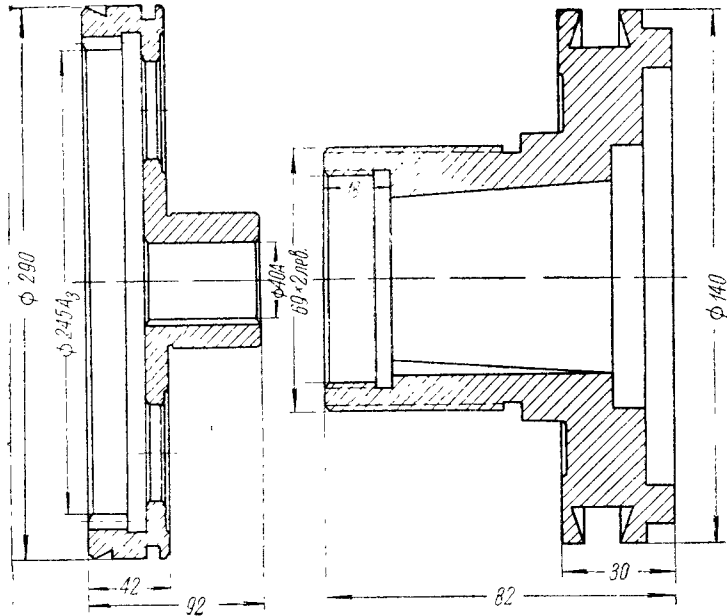


Фиг. 73. Четырехпозиционный продольный упор П. Б. Быкова (а) и применение поперечного упора и мерных брусков (б).

Кулачки патронов, как правило, П. Б. Быков применяет сырые, пользуясь наборами разных типов и размеров. Перед обработкой партии деталей производится расточка кулачков по соответственным размерам. В качестве примера на фиг. 74 изображены две детали, обработанные П. Б. Быковым скоростными методами. При выборе режимов резания новатор применяет наи-

большую подачу, а затем устанавливает скорость резания, обеспечивающую полное использование мощности станка. В процессе обработки деталей он достигает точности 2-го класса.

Лауреат Сталинской премии токарь Харьковского турбогенераторного завода имени С. М. Кирова В. Д. Дрокин добился значительного сокращения штучного времени при обработке ро-



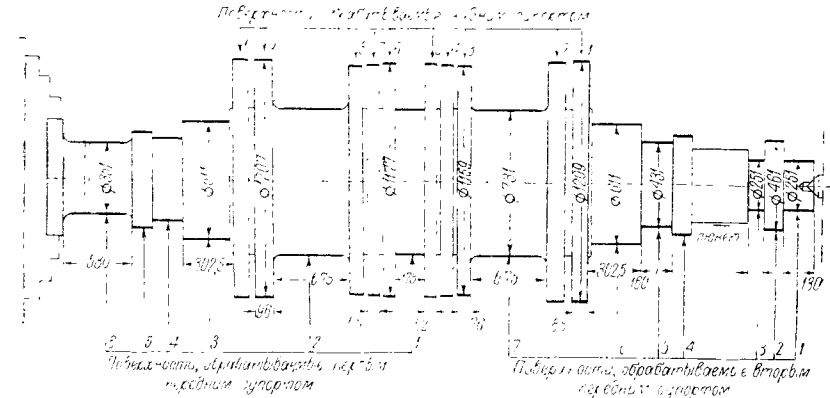
Фиг. 74. Эскизы деталей, обрабатываемых скоростными методами П. Б. Быковым.

тора паровой турбины низкого давления (фиг. 75). Ротор цельнокованый, вес его ~10 000 кг. В роторе имеются галтели разной формы: две из них образованы радиусом $r = 90$ мм и шесть других — сочетанием радиусов: $r = 50$ мм и $r = 90$ мм.

Для создания более технологичной конструкции, по предложению В. Д. Дрокина, последние два радиуса заменены одним общим $r = 60$ мм.

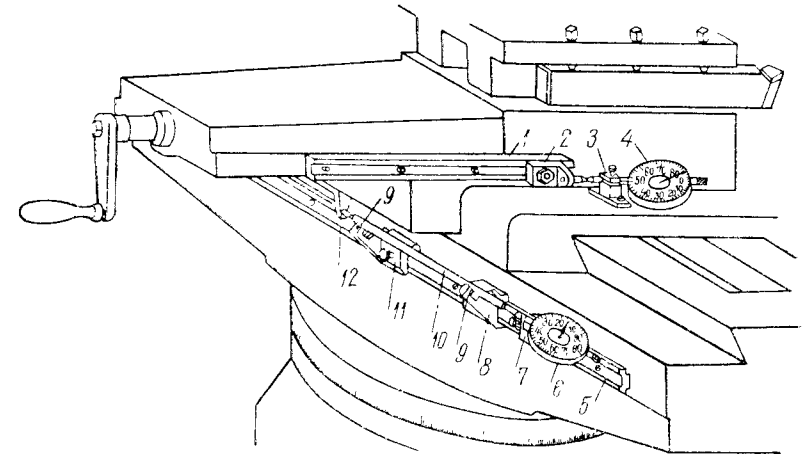
В качестве механизмирующих устройств, с целью получения точных размеров, В. Д. Дрокиным были использованы индикаторные приспособления (фиг. 76). Такими приспособлениями оснащен каждый из трех одновременно работающих супортов. Индикатор 4, закрепленный в стойке 3, своим измерительным штифтом соприкасается со штифтом ползуна 2, скользящего по пазу пластины 1. Индикатор 6 закреплен в ползуне 7. Штихмас 10 лежит на роликах 9, вмонтированных в колодки 8, 11. В процессе настройки колодки перемещаются по направляющим пластины 5. Упор 12 прикреплен к салазкам супорта.

До перехода на прогрессивные методы обработка, как правило, производилась только одним из супортов. Благодаря переделке основания люнета была достигнута одновременная работа всех



Фиг. 75. Ротор паровой турбины низкого давления.

трех супортов. До переделки основание люнета ложилось на все направляющие станины; после переделки оно ложится только на направляющие станины для заднего супорта. Чтобы предохра-

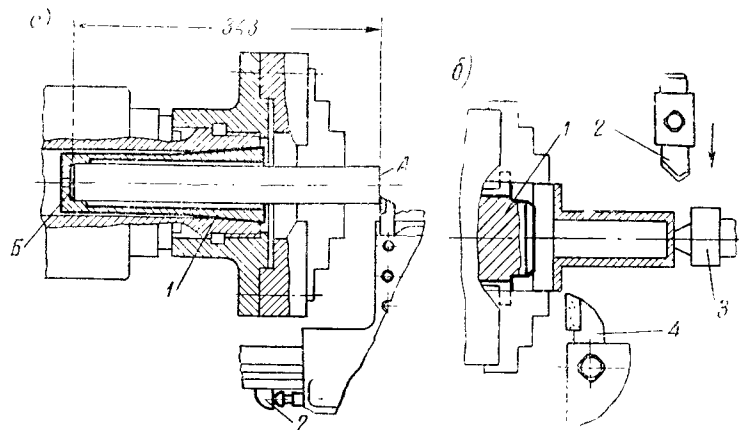


Фиг. 76. Индикаторные приспособления, примененные В. Д. Дрокиным при работе на крупном токарном станке.

нить ротор от нагревания в кулачках люнета, последние были расточены и снабжены смазочными канавками. Для смазки использовалось тяжелое цилиндрическое масло.

Участки ротора, обработанные отдельными супортами, показаны на фиг. 75. После включения станок не останавливали до окончания работы всех трех супортов.

Работа каждого супорта начиналась с того, что первый участок обрабатываемой поверхности обтачивался в размер, например, резцом, закрепленным во втором переднем супорте, обтачивался участок шейки $d = 251$ мм; после этого устанавливали и закрепляли индикатор, и размеры всех остальных шеек 2, 3, 4 и т. д. получали без дополнительных промеров путем использования штихмаса соответствующего размера. Для устранения ошибок составлялась табличка, в которой указывались размеры штихмасов в соответствии с последовательностью обработки.



Фиг. 77. Устройства для подрезания обрабатываемой детали в размер (а); настройка для обработки пальца ковшевой цепи экскаватора (б).

Размеры по длине получали в результате обработки такой же последовательности, например, резцом второго супорта подрезали правый торец, затем закрепляли индикатор и, применяя соответствующие штихмасы, получали все остальные размеры.

Из 200 переходов, связанных с обработкой ротора, 140 осуществлялись скоростными методами.

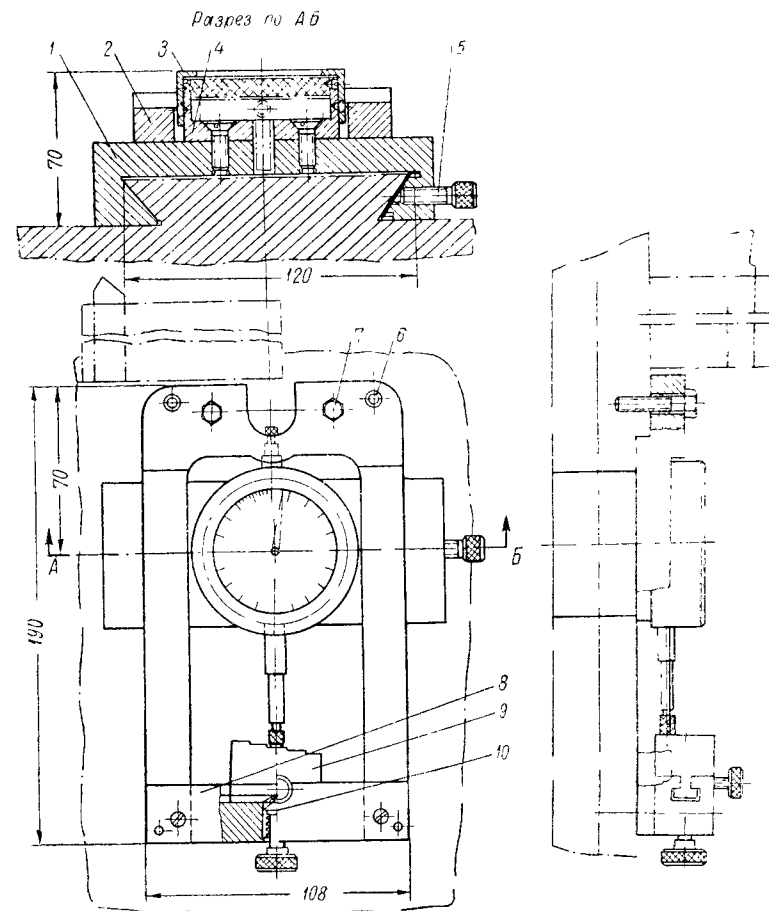
Лауреат Сталинской премии токарь-скоростник Киевского завода «Красный экскаватор» В. К. Семинский рационализировал обработку различных деталей [33].

Для получения точных размеров он использовал упоры и индикаторные устройства (фиг. 77—79).

Фиг. 77 характеризует пример работы с упором 2. Обрабатываемая деталь установлена во втулку 1 и упирается в дно Б; подрезается торец А с выдерживанием размера 343 мм.

Другой пример применения упора при обработке пальцев ковшевой цепи экскаватора представлен на фиг. 77, б. Левый торец обрабатываемой детали доводится до соприкосновения с упором 1, правый конец поддерживается вращающимся центром 3. Обтачивание производится резцом 4 с $\phi = 90^\circ$. Резцом 2, закрепленным в резцедержателе заднего супорта, снимается фаска.

На фиг. 78 представлено индикаторное устройство, которое используется новатором для отсчета размеров при точном обтачивании деталей класса валов, а также и при растачивании отверстий 2-го и 3-го классов точности.

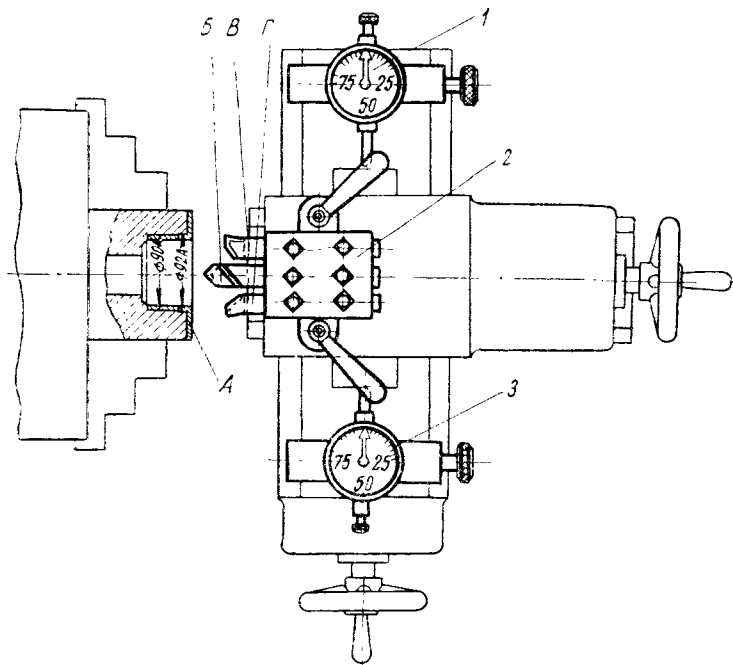


Фиг. 78. Индикаторное приспособление, примененное В. К. Семинским.

На направляющих поперечных салазках супорта укрепляется винтом 5 ползун 1. К ползуну прикреплен кожух 4, в который вставлен индикатор, удерживаемый крышкой 3. К поперечным салазкам прикрепляется рамка 2 штифтами 6 и болтами 7. К открытой стороне рамки привернута планка 8, в которой по Т-образному пазу может перемещаться ступенчатая плитка 9, фиксируемая в том или другом положении штифтом 10.

Положение плиты 9 (фиг. 78) относится к случаям обрабатывания деталей. При растачивании достаточно повернуть ее на 180° . Рассмотренное устройство отличается рациональным расположением индикатора; при другом расположении, сзади поперечных салазок, отчет отклонений был бы затруднен.

На фиг. 79 изображено механизмирующее устройство, примененное В. К. Семинским для точного растачивания ступенчатого

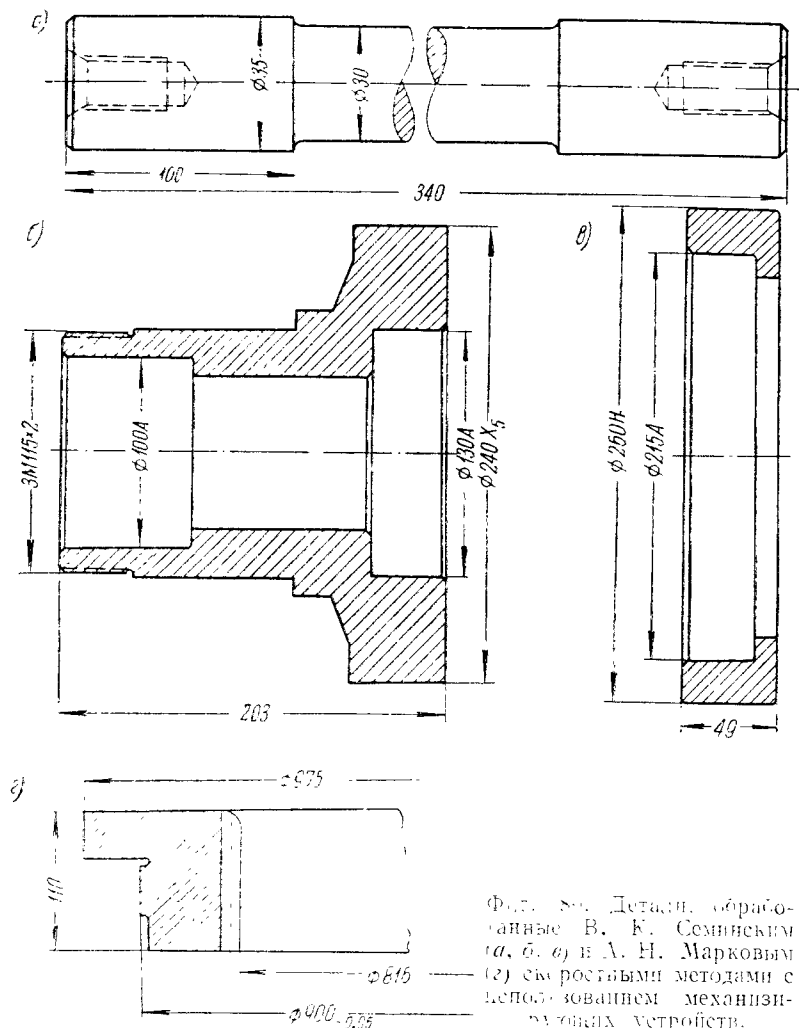


Фиг. 79. Механизмирующее устройство для точного растачивания ступенчатого отверстия.

отверстия с диаметрами 90А и 92А. Оно состоит из двух индикаторов 1 и 3, смонтированных на держателях, которые, в свою очередь, связаны с суппортом. Станок оснащен также специальным резцедержателем 2 с закрепленными в нем резцами Б, В, и Г.

Деталь обрабатывалась в следующей последовательности: резцом Б подрезался торец А, предварительно растачивалось отверстие с оставлением припуска по каждому из диаметров 0,2—0,25 мм и, наконец, производилось окончательное тонкое растачивание отверстия резцом Г, причем выдерживались размеры 90А и 92А. Резец Г был оснащен пластижкой твердого сплава Т15К6С. Режим резания при окончательном растачивании: $t = 0,1—0,12$ мм; $s = 0,05$ мм/об и $v = 150—200$ м/мин.

Индикаторы 1 и 3 при настройке устройства устанавливались на нуль после тщательного контроля отверстия в первой обрабатываемой детали.



Фиг. 80. Детали, обработанные В. К. Семинским (а, б, в) и А. Н. Марковым (г) высокоскоростными методами с использованием механизмирующих устройств.

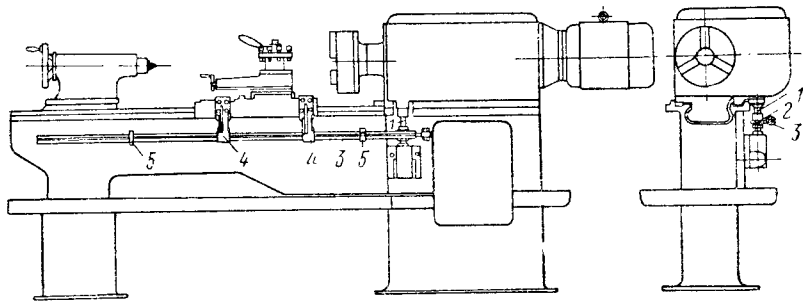
Для обеспечения точного центрирования обрабатываемой детали в кулачках патрона В. К. Семинский расшлифовывал их и доводил притирами с пастой ГОИ.

На фиг. 80 а, б, в представлены детали, обработанные В. К. Семинским с использованием механизмирующих устройств. В табл. 7 приведены данные о станке, инструменте, режимах резания и другие сведения, характеризующие методы обработки деталей.

Лауреат Сталинской премии новатор-скоростник А. Н. Марков для отсчета диаметральных размеров использовал лимб поперечного винта.

На фиг. 80, г, показана одна из деталей — венец шестерни, обработанная А. Н. Марковым. Закрепление детали производилось в патроне с сырыми кулачками.

Обработка поверхности с диаметром $d = 900$ мм производилась резцом с пластинкой Т30К4 при режиме резания: $t = 1,5$ мм; $s = 0,45$ мм/об; v до 560 м/мин. Обработку стального патрона А. Н. Марков выполнял со скоростью резания $v \cong 680$ м/мин.



Фиг. 81. Механизм для автоматического реверсирования вращения шпинделя, примененный новатором Нежевенко.

Резцы чаще всего имели при обработке стальных деталей основные углы: $\gamma = (-5^\circ) \text{ :- } (-8^\circ)$; $\alpha = 10\text{--}12^\circ$; $\varphi = 45^\circ$ и $\varphi_1 = 10^\circ$.

Лауреат Сталинской премии токарь-новатор Б. И. Кулагин добился значительного повышения производительности, работая с высокими скоростями резания и используя механизмирующие устройства: лимбы поперечный и продольный, а также быстродействующие резцедержатели [23].

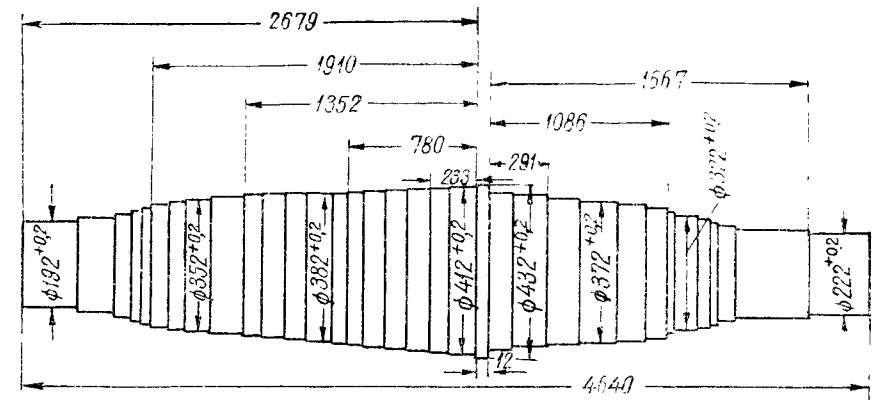
Лауреат Сталинской премии токарь-новатор В. Н. Трутнев работает одновременно на двух станках и применяет устройства для автоматического отвода резца от обрабатываемой детали по окончании прохода, а также использует метод работы по упору, установленному на ходовом валике станка и производящему в необходимый момент автоматическое выключение подачи.

Лауреат Сталинской премии токарь Одесского завода радиальных станков т. Нежевенко применил механизм (фиг. 81) для автоматического реверсирования вращения шпинделя при нарезании резьбы. На вертикальный валик 1, входящий внутрь коробки скоростей и управляющий реверсированием фрикционных муфт привода шпинделя, посажен зубчатый сектор 2, с которым соприкасаются зубья штанги 3. К суппорту прикреплены два кронштейна 4, через отверстия в которых пропущена штанга 3. На штанге в определенном месте закрепляются два упорных кольца 5.

При перемещении супорта влево или вправо кронштейны 4 нажимают на кольца 5, передвигается штанга 3 и происходит реверсирование вращения шпинделя.

Токарь-новатор Ленинградского завода имени К. Маркса И. Н. Колодкин при обработке ответственных деталей, в том числе шпинделей фрезерных головок, применяет четырехрезцовые резцедержатели с автоматической фиксацией; установку на диаметральные размеры он производит по лимбу [47].

Представляет интерес опыт токаря-новатора (Невского машиностроительного завода имени В. И. Ленина) А. С. Семенова, выпол-



Фиг. 82. Вал турбины после полуцистового обтачивания.

няющего обработку многоступенчатых деталей класса валов — роторов турбин [47]. Вес роторов колеблется в пределах от 1 до 6 т; диаметры их изменяются от 80 до 450 мм и длины от 1000 до 7000 мм. Количество ступеней у роторов достигает 50. Требования к точности диаметральных размеров высокие (2—3-й класс точности), чистота поверхности 7—9-й класс по ГОСТ 2789—51. На размер по длине также установлены узкие допуски.

При полуцистовой и чистовой обработках на правый конец вала надевается однорядный или двухрядный сферический роликовый подшипник, наружная обойма которого центрируется в кулачках люнета. Дополнительное поддержание обрабатываемой детали задним центром не производится; последний отводится от центрального гнезда на 1—1,5 мм и используется, как средство, предупреждающее возможность случайного сползания вала за счет ослабления его в кулачках патрона. Перед установкой вала на станок проверяют шпиндель на осевое перемещение.

На фиг. 82 показан вал турбины после полуцистового обтачивания, имеющий 32 ступени. Отсчет размеров производится от среднего буртика. На чистовое обтачивание оставляется припуск 1 мм на диаметр.

Диаметральные размеры получаются установкой резца по лимбу, которая осуществляется на ходу станка. Измеряется лишь диаметр первой ступени штангенциркулем с точностью до 0,2 мм и в дальнейшем измерение выполняется через 4—5 ступеней. Уступы подрезаются резцом со стружкозавивательной канавкой и с геометрией: $\varphi = 90^\circ$; $\varphi_1 = 8^\circ$; $\gamma = 12^\circ$; $\gamma_1 = 0 \div -5^\circ$; $\alpha = 8^\circ$; $r = 0,5 \div 1,0$ мм. Установка на размер производится от среднего буртика при помощи штихмасов с плоскими торцевыми поверхностями и индикатора со стойкой, расположенного на станине станка. После подрезания первого уступа мерительный штифт индикатора соприкасается с торцом измерительного штыря, закрепленного в супорте. В дальнейшем установка на размер по штихмасам осуществляется без остановки станка. При этом методе точность размеров по длине не выходит за пределы 2-го класса ОСТ.

Размеры при чистовом обтачивании ступеней валов отсчитываются по индикаторному упору. Если разность перепадов в диаметрах превышает 5 мм, то между упором и индикатором помещаются мерные бруски. С помощью индикаторного упора достигается автоматическое получение диаметральных размеров с точностью до 0,01 мм. Так же, как и при полустовом обтачивании, через 4—5 ступеней производится контрольное измерение микрометром обрабатываемых ступеней. Для получения требуемых размеров по длине применяется индикаторный продольный упор. После чистового обтачивания шейки валов полируются.

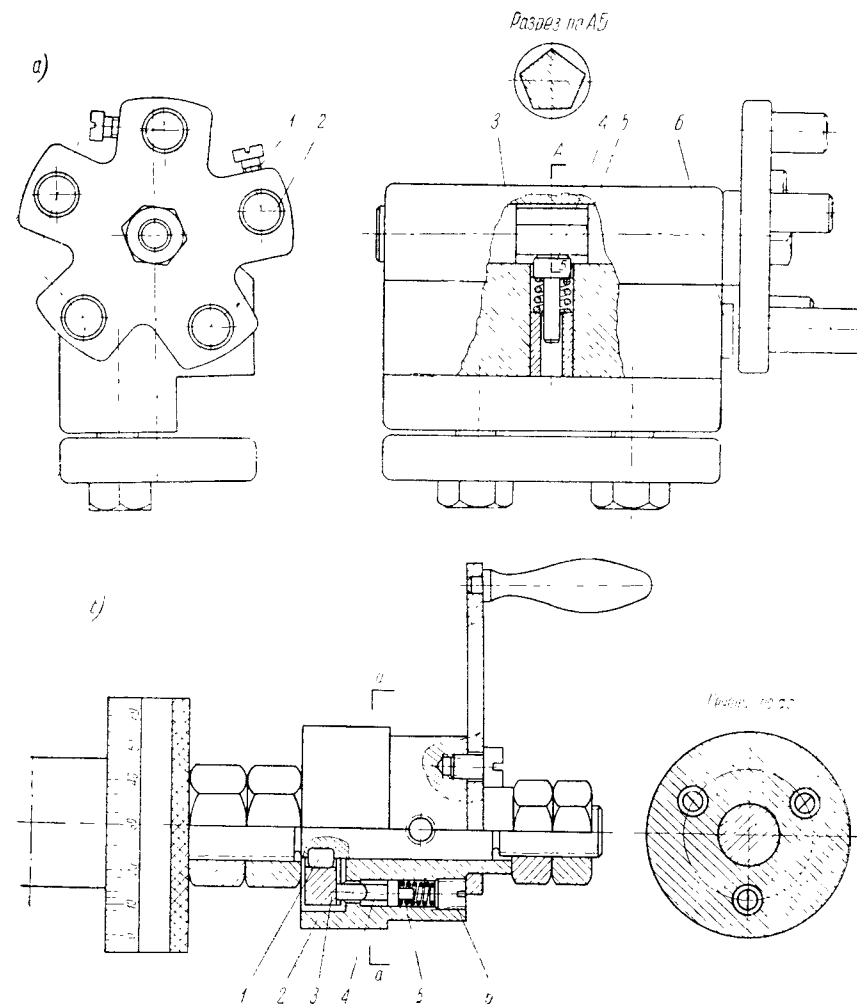
Применение новых способов обработки позволило А. С. Семенову повысить производительность труда на 250—300%.

Токарь-новатор завода «Вулкан» А. А. Груничев при обработке деталей класса валов, имеющих диаметры от 25 до 110 мм, работает со скоростью резания $v = 110-484$ м/мин, при глубине резания $t = 1-3$ мм и подаче $s = 0,5-0,9$ мм/об; для отсчета размеров им используются неподвижные упоры.

Токарь-новатор Ленинградского завода автоматов А. П. Иванов, работая на станке с высотой центров 190 мм и расстоянием между центрами 1500 мм при мощности электродвигателя $N = 5,5$ квт, использует двенадцатипозиционный резцедержатель и лимб продольной подачи.

Токарь-новатор Н. В. Зубчанинов при обработке мелких деталей класса валов использует продольный и поперечный упоры. На фиг. 83, а изображен предложенный им продольный пятипозиционный упор. Фиксирование упора в том или другом положении производится плунжером 4, который под действием пружины 5 прижимается к одной из сторон пятиугольного участка валика 3. Штихмасы 2 сменные; они закрепляются винтом 1. Штифт 6, являющийся дополнительной опорой, способствует повышению жесткости во время работы. При работе с упором в случае обработки мелких деталей приборов обеспечивается точность размеров по длине 2—3-го класса ОСТ.

На фиг. 83, б показан механизм, ограничивающий величину нажимного усилия при работе с поперечным упором, предложенный Н. В. Зубчаниновым. В корпусе 2 механизма помещен диск 3, посаженный на шпонку 1, связанную с винтом поперечных салазок супорта. На торце диска 3 имеются зубчики, с которыми связан стержень 4, перемещаемый пружиной 5. Величина нажимного усилия пружины 5 регулируется винтом 6.



Фиг. 83. Пятипозиционный продольный упор (а); устройство для ограничения величины нажимного усилия при работе с поперечным упором (б).

зок супорта. На торце диска 3 имеются зубчики, с которыми связан стержень 4, перемещаемый пружиной 5. Величина нажимного усилия пружины 5 регулируется винтом 6.

При перемещении поперечных салазок супорта, в момент встречи с неподвижным упором, стержень 4 начинает проскаль-

Достигнутая точность

размеров по длине

Метод получения заданных размеров	Исполнитель	Материал заготовки	Станок	Резец						Заданный размер $l_{ср}$ в м.м	Достигнутая точность в м.м								
				материал пластинки	основные углы* и радиус при вершине						Режим резания			$\Delta l_{ср}$	σ_l	$\pm 3\sigma_l$	$\Delta l_{ср} \pm 3\sigma_l^{***}$	Бисие уступа $l_{ср}$	
					φ°	φ_1°	γ°	γ_1°	α°		r в м.м	f в м.м	s в м.м/об						v [мин]
Установка по лимбу с ценой деления 0,1 м.м	Токарь 6-го разряда	Сталь 45	1Д62	T15K6	90	10	10	—	10	—	29,8	5	0,25	110	-0,010	0,070	0,210	0,220	—
Установка по лимбу с ценой деления 0,1 м.м	—	—	Прецизионный „Кергер“, высота центров 130 м.м	T15K6	90	—	12	—	0,3	0,5	1—290	—	Ручная	160—190	0 0,005	0,045 0,045	0,135 0,135	0,135 0,14	— —
Установка по индикаторному упору (подведение супорта вручную)	Токарь 7-го разряда	35ХМ	„Найлс“, высота центров 220 м.м	T15K6	90	10	-5	—	8	1	—	2	0,15**	75	-0,002	0,015	0,045	0,047	—
То же, но с выключением вручную движущегося на самоходе супорта	То же	„	То же	T15K6	90	10	-5	—	8	1	—	2	0,15**	75	0,011	0,019	0,057	0,068	—
Получение размера по электромеханическому лимбу	Токарь 4-го разряда	Сталь 45	1Д62	T15K6	90	10	-5	—	8	—	95,5	8	0,3	120	0,1	0,089	0,267	~0,37	—
Работа по неподвижному упору	Высококвалифицированный лаборант	Сталь 40	1Д63	P9	90	10	15	—	8	2	58	4	Ручная**	30	0	0,013	0,039	~0,04	0,03
То же	То же	„	VDF, высота центров 220 м.м	P9	90	10	25	—	8	2	8	4	„	30	-0,01	0,013	0,039	~0,05	0,02
„	Токарь 7-го разряда	35ХМ	„Найлс“, высота центров 220 м.м	T15K6	90	10	-5	—	8	1	6	2	„	75	0,009	0,014	0,042	~0,05	0,018
Работа по неподвижному упору с длиноограничителями (измерительная база — торец)	Высококвалифицированный лаборант	Сталь 40	1Д63	P9	90	10	15	—	8	2	30—113	4	„	30	-0,01	0,024	0,072	~0,08	0,03
То же (измерительная база — уступ на валу)	То же	Сталь 40	1Д63	P9	90	10	15	—	8	2	30—113	4	„	30	0,01	0,017	0,051	~0,07	0,04

* Угол наклона главной режущей кромки (α) во всех резцах был равен нулю.** Работа по подрезанию каждого уступа сначала производилась на самоходе с $v = 0,3$ м.м/об автоматаическая подача выключалась и окончательное подрезание уступа производилось вручную.*** Сумма $\Delta l_{ср} + 3\sigma_l$ — приближенная величина.

Когда супорт приближался к положению, соответствующему получению заданного размера, продольным перемещением супорта.

зывать. По принципу работы механизм напоминает трещотку, применяемую в обычных микрометрах.

Новатор производства, инициатор применения метода обработки с большими подачами, токарь Средневолжского станкостроительного завода В. А. Колесов, в целях экономии вспомогательного времени применяет зажимные втулки, центровой самозажимный патрон, механизм для автоматической обработки ступенчатых валиков и другую оснастку.

Анализ рассмотренных выше примеров обработки деталей токарями-новаторами приводит к заключению, что использование механизмирующих устройств является необходимой составной частью работы новаторов.

Автором и другими исследователями были произведены опыты при участии инж. Хохлова, инж. Кешкина и др. по определению точности обработки на токарных станках с применением различных устройств.

В качестве инструментов и автоматизирующих устройств для получения точных размеров по длине были использованы продольный лимб с ценой деления 0,1 мм, электромеханический лимб, индикаторные упоры, продольные неподвижные упоры, длиноограничители, механизмы автоматического выключения и т. д.

Для получения точных размеров по диаметру производились установки резца по лимбу, индикатору, неподвижному упору, линейке и лимбу. Результаты опытов приведены в табл. 8, 9 и 10, которыми рекомендуется пользоваться при токарной обработке.

Обобщая результаты исследований, приведенных в табл. 8—10, можно прийти к следующим выводам.

Установку по продольным и электромеханическим лимбам следует применять при требуемой точности размеров по длине 3 : 5 класса ОСТ.

Установка по индикатору характеризуется получением точных результатов. При практическом использовании этого способа необходимо выключать автоматическую подачу за 0,2—0,3 мм до получения заданного размера и затем вручную, продольным перемещением супорта, производить окончательное подрезание уступа. Желательна работа по индикатору в сочетании с упором.

Работу по упору с длинноограничителями необходимо рекомендовать в первую очередь, так как наибольшие отклонения от заданных размеров по длине в этом случае укладываются в допуски 2 : 3-го класса точности ОСТ. При этом методе настройка станка проста и работа на нем упрощается. Понижение точности за счет увеличения размеров длинноограничителей, при наличии достаточной жесткости их и правильной ориентировки на станке, не может иметь места: наоборот, она будет повышаться, так как известно, что с увеличением номинальных размеров растут и допуски.

Использование механизма автоматического выключения станков ДИП в сочетании с упором, наряду с вы-

Таблица 9
Достигнутая точность, размеры по длине при работе с упором и механизмом автоматического выключения

Исполнитель	Материал заготовок	Станок	Резец				Режим резания			Достигнутая точность, в мм								
			материал пластины	основные углы* и радиус при вершине		Задан- ный размер $t_{\text{ср}}$	t в мм (об) в мм	s в мм (об) в мм	n	$\Delta t_{\text{ср}}$	σ_t	$\pm 3\sigma_t$	$\Delta t_{\text{ср}} + \pm 3\sigma_t$	$h_{\text{ср}}$	σ_h			
				φ°	φ_1°											γ°	r в мм	
Настройщик	Сталь 40	1Д62	Быстро-режущая сталь Р9	90	10	15	8	2	15—25	4	0,3	30	0,03	0,01	0,03	0,06	—	—
Токарь 7-го разряда	35ХМ	Токарный, высота центров 150 мм	T15K6	90	10	5	8	1	6	2	0,15	75	0,012	0,013	0,039	~0,05	—	—
То же	35ХМ	То же	T15K6	90	10	—5	8	1	6	2	0,3	75	0,014	0,03	0,09	~0,1	—	—
Настройщик	Мягкая сталь	VDF, высота центров 220 мм	Быстро-режущая сталь Р9	90	10	25	8	2	9—17	4	0,118	80	0,04	0,013	0,039	~0,08	0,03	—
То же	35ХМ	То же	T15K6	90	10	—8	8	1	3	4	0,21	100	0,01	0,006	0,018	~0,03	0,011	0,002
Токарь 7-го разряда**	35ХМ	"	T15K6	90	10	—8	8	1	3	3	0,21	100	0,023	0,017	0,051	~0,07	0,009	0,002
То же***	35ХМ	"	T15K6	90	10	—8	8	1	3	4	0,21	100	0,01	0,006	0,018	~0,03	0,011	0,003

* Угол наклона главной режущей кромки (λ) во всех резцах был равен нулю.

** Установка резцов на размер производилась методом касания, с предварительным подрезанием базовым торцом.

*** Установка резца на размер осуществлялась после подрезания им торца, являющегося измерительной базой.

Достижимая точность размеров по диаметру

Метод получения заданных размеров	Станок	материал для станки	Резец						Режим резания			Достижимая точность, в мкм		
			основные углы и радиус при вершине			Заданный размер d в мм	t в мм	s в мм/об	v в м/мин	$\Delta d_{сер}$	$\pm 3\sigma_d$	$\Delta d_{сер} \pm 3\sigma_d$		
			φ	γ_1	γ_2								r в мм	
Установка по лимбу с ценой деления $\sim 0,0127$ мм	"Монарх", высота центров 345 мм	Т21К8	45	0	8	1,5	189	1	0,2	140—150	0	$\sim 0,009$	0,028	0,028
			60	12	5 12	0,3—0,5	0,15 0,06—0,08	160—190	0,15 0,06—0,08	0,08	160—190	0	$\sim 0,008$	0,024
Установка по лимбу с ценой деления 0,01 мм	Прецизионный Кергер", вы-сота центров 130 мм То же	Т15К6	60	12	12	0,3—0,5	189	0,15	0,06—0,08	160—190	0,002	0,011	0,012	0,014
			60	12	12	0,3—0,5	189	0,15	0,06—0,08	160—190	0,015	0,017	0,051	0,066
Установка по индикаторно-му упору	"Вольман", вы-сота центров 400 мм	Т15К6	60	20	12	0,3—0,5	70	0,15	0,06—0,08	160—190	0,003	0,009	0,027	0,03
			60	20	12	0,3—0,5	—	—	0,15	0,06—0,08	160—190	0,002	0,011	0,033

Примечания: 1. При проведении опытов в качестве токаря работала высококвалифицированная наладчица.
2. Материал обрабатываемых заготов к сталь 45.

сокой достижимой точностью, приводит к дальнейшему упрощению работы. При использовании этого метода в серийном производстве требуется предварительное регулирование осевого усилия, развиваемого пружиной механизма падающего червяка. Следует оснащать все токарные станки продольными упорами. Работа по упору приводит к меньшим затратам времени по сравнению с другими методами.

Чистовую обработку ступенчатых деталей, в частности валов, следует начинать с обтачивания шейки, завершая ее подрезанием уступа. Ступени по возможности, в целях сокращения холостых перемещений, надо обрабатывать одну за другой, начиная от задней бабки к передней.

Возможно также обтачивание шеек с последующим подрезанием уступов (высотой приблизительно до 10 мм) на исправном жестком станке, продольным перемещением резца с главным углом в плане $\varphi = 90^\circ$, без опасения получения уступа, перпендикулярного к оси вала.

Нужно иметь в виду, что надежная работа при использовании упоров и автоматических остановов возможна тогда, когда выдержано одно из требований: точное центрирование заготовок по длине, применение плавающих передних центров или регулирование расположения всей системы упоров и остановов относительно базирующего уступа на валу.

Рациональность использования лимбов для установки на диаметральные размеры опытами подтверждается: достигается точность класса 2а и 3-го ОСТ. Необходимо стремиться к применению лимбов большого диаметра и заменять неточные винты поперечных салазок точными.

Установка по индикатору характеризуется достигнутой точностью класса 2а.

Установка по неподвижному упору на диаметральные размеры характеризуется более низкой точностью 3—4-го класса ОСТ. Однако время на установку получилось здесь наименьшим. При использовании поперечных упоров, в особенности при обработке ступенчатых деталей, несомненно облегчается работа токаря, но при условии, если упоры соответствующей конструкции (барабанного типа, см. стр. 36) и достаточно жесткие.

МЕХАНИЗИРУЮЩИЕ И АВТОМАТИЗИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕВОЛЬВЕРНЫХ СТАНКОВ

Револьверные станки на заводах серийного машиностроения получили широкое распространение. Более высокая производительность этих станков сравнительно с токарными объясняется тем, что их конструкция позволяет осуществлять работу путем автоматического получения размеров и производить одновременную обработку несколькими инструментами. Однако опыт показывает, что при оснащении револьверных станков дополнительными механизмирующими и автоматизирующими устройствами достигается дальнейшее повышение точности и производительности их работы.

13. Постоянные настройки и устройства, механизмирующие получение точных размеров по длине

Повышение производительности револьверных станков тесно связано с ускорением их настройки. Одно из эффективных средств для этой цели — применение постоянных настроек, при использовании которых переход к обработке следующей детали сопровождается лишь необходимостью регулирования режущих инструментов и упоров, но не замены их.

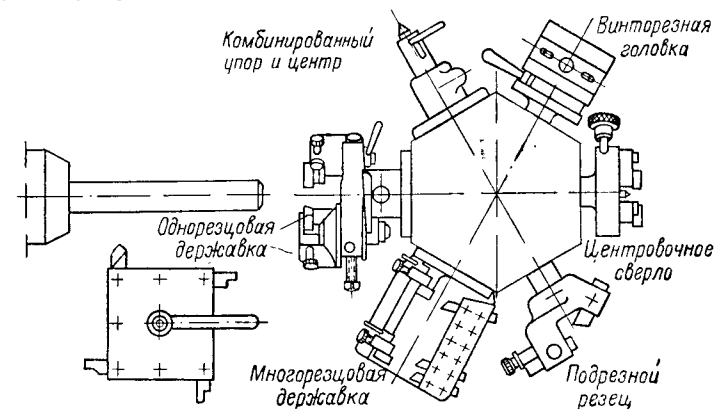
На фиг. 84 показана постоянная настройка для станков с вертикальной осью вращения револьверной головки. Универсальный набор инструментов, применяемый в данном случае, состоит из комбинированного упора для прутка и центра, нормализованных державок — односторонней, многорезцовой для обработки торцов, центровочного сверла и винторезной головки.

В тех случаях, когда переходу на применение постоянных настроек предшествует классификация деталей, разработка типового технологического процесса и соответственных типовых комплексных настроек, значительно снижаются производственные издержки и повышается производительность.

На основании исследований, проведенных канд. техн. наук С. П. Митрофановым на приборостроительных заводах, установлено [49], что в случае типовой настройки обработка партии дета-

лей из пяти штук и даже менее оказывается более выгодной, чем на токарном станке, при условии, что револьверщик имеет соответствующую квалификацию (4—5-й разряд) и настройка станка осуществляется им самим.

Для механизации управления и обслуживания револьверных станков нашли применение резцедержатели с беззорной фиксацией (см. гл. вторую), неподвижные и индикаторные упоры и другие устройства.



Фиг. 84. Схема постоянной настройки.

Резцедержатели с беззорной фиксацией применяются в револьверных станках, оснащенных суппортом, для работы по методу автоматического получения размеров.

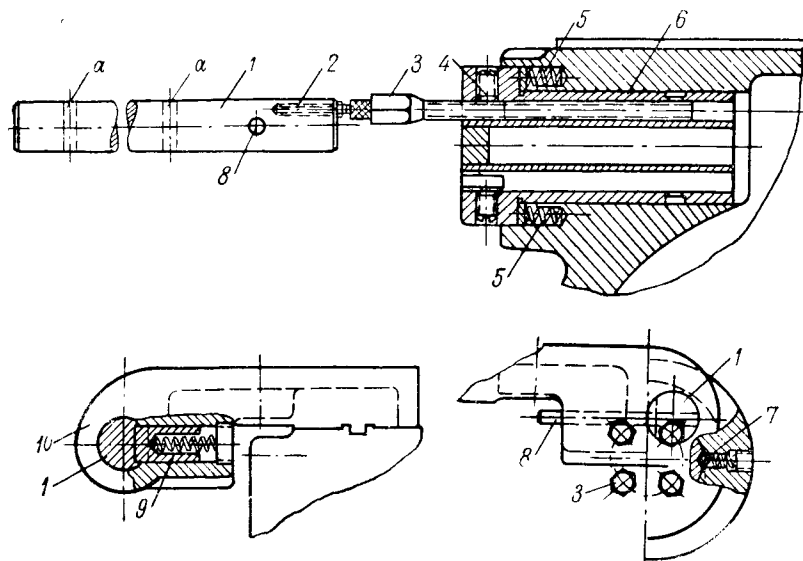
Упоры являются составной частью конструкции револьверных станков. Однако в тех случаях, когда условия работы и требования точности выходят за пределы возможностей обычной работы станков, последние оснащаются специальными упорами. Наиболее распространенными являются неподвижные передние и задние упоры, клавишные упоры и неподвижные электроконтактного типа. Некоторые конструкции их описываются ниже.

На фиг. 85 показан неподвижный упор, который рекомендуется применять, когда длины ходов, участвующих в работе инструментов, имеют значительную разницу в размерах. Здесь штанга 1 с упором 2 может переставляться в кронштейне 10, укрепленном на станине. Быстрая перестановка штанги на определенную длину осуществляется фиксатором 9, входящим в выемки а; окончательное фиксирование штанги производится цилиндрическим штифтом 8, входящим в соответствующие отверстия. Барабан 6, несущий упоры 3, закрепляемые после регулирования винтами 4 (с прокладками из меди или свинца), поворачивается вручную и фиксируется в определенном положении фиксатором 7. Возможность перестановки штанги 1 в продольном направлении позволяет уменьшать вылет упоров 3, а следовательно, и повышать

точность получаемых размеров. При помощи пружин 5 барабан 6 возвращается в исходное положение.

Барабан упоров необходимо предохранять от попадания стружек.

С внедрением скоростных методов обработки на револьверных станках выявилась необходимость в более совершенных, точно срабатывающих остановах. Соответствующие конструкции разработаны в ЭНИМС [41]. В них координируется работа жесткого



Фиг. 85. Неподвижный, регулируемый упор.

упора и электрического контакта. Последний вводится в цепь электромагнитной муфты; срабатывание ее отвечает прекращению движения. В цепи упора принимается напряжение 12—15 в.

На фиг. 86 изображены два вида устройства. В первом (фиг. 86, а) имеются жесткий упор, стандартный микропереключатель и рычажная система, увеличивающая перемещение путем изменения соотношения плеч. Во втором варианте (фиг. 86, б) в специальный упор встраивается электрический контакт.

Если в станке выключение осуществляется не магнитной муфтой, а муфтой с механическим управлением, то конструкцию необходимо снабдить соленоидом и промежуточным реле для отключения муфты.

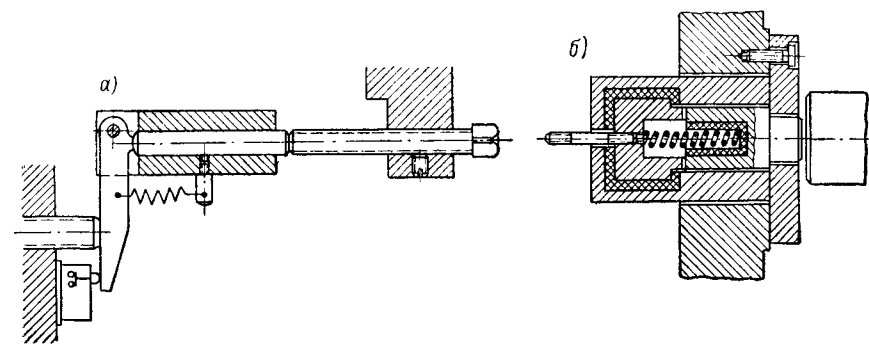
Испытание описанных систем, по данным инж. А. Б. Охлянда, было произведено при 4000 об/мин. и подаче 0,2 мм/об, что соответствует подаче со скоростью 800 мм/мин. Получена высокая точность останова, составляющая 0,01—0,02 мм.

Иногда на револьверных станках применяются индикаторные упоры, закрепленные на станине. Эти упоры лучше использо-

вать в сочетании с жесткими, так как в случае низкой квалификации револьверщика или его невнимательности возможны грубые ошибки и даже поломки.

Для настройки при получении диаметральных размеров может оказаться целесообразным применение радиального упора барабанного типа, использование которого дает возможность обработать одним резцом несколько различных по величине диаметров.

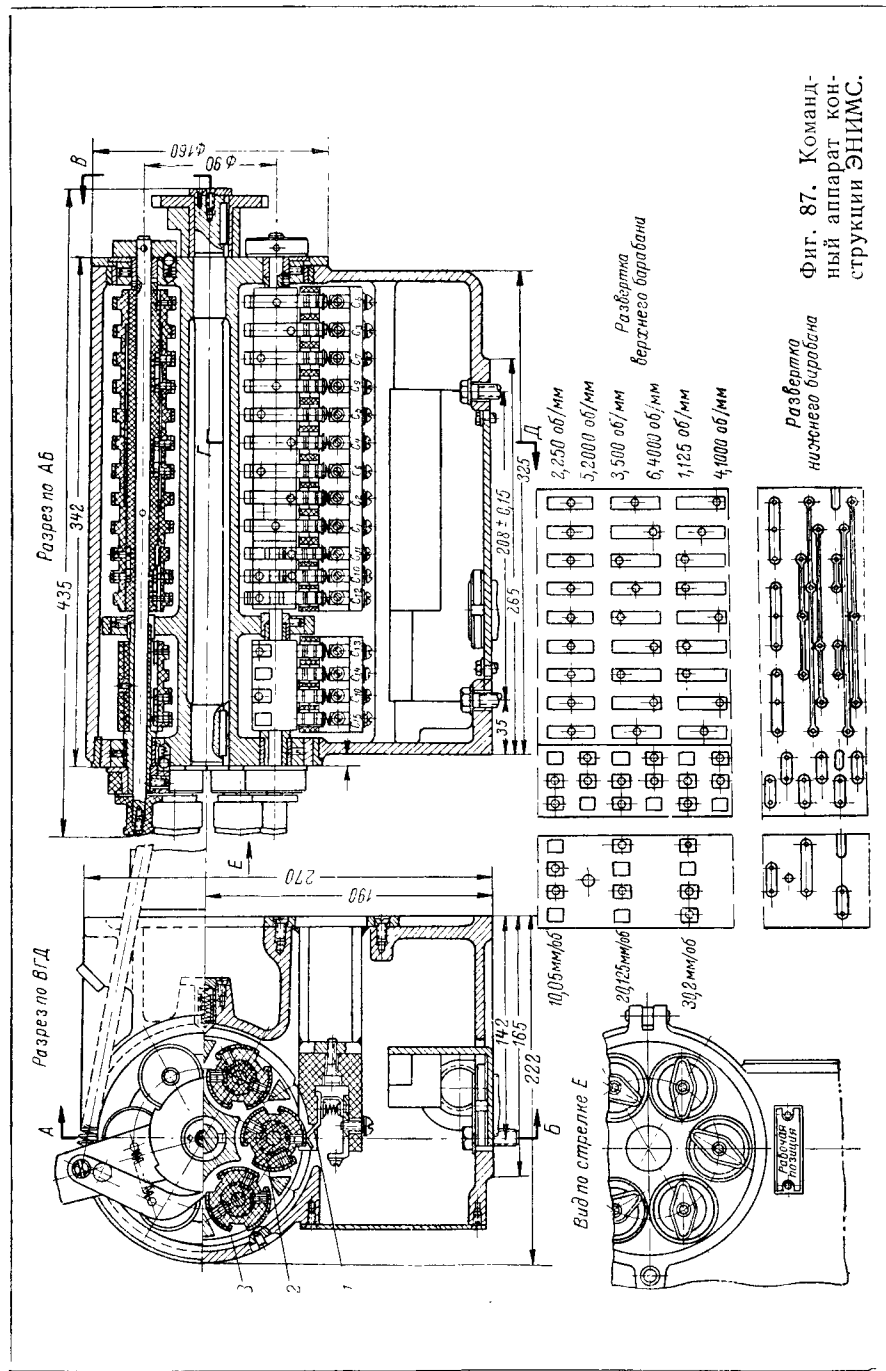
В качестве устройств, механизующих и автоматизирующих управление и обслуживание револьверных станков, рассмотрим



Фиг. 86. Конструкция останова, обеспечивающая точное срабатывание (а); упор со встроенным электрическим контактом (б).

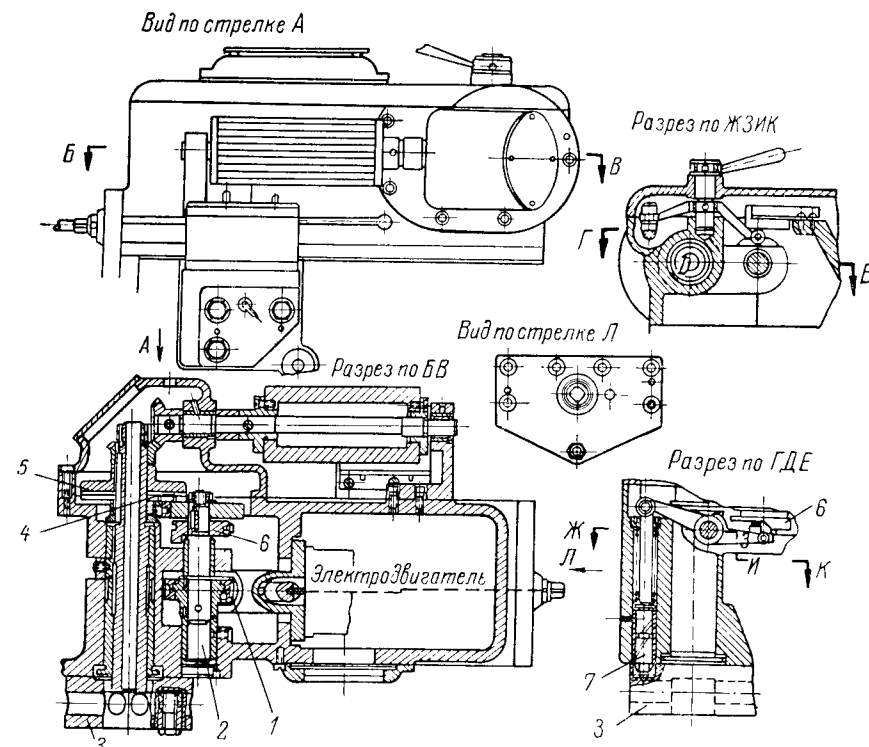
командные аппараты для управления скоростями и подачами и вариант автоматизации револьверной головки.

Применяются аппараты, в которых команда, переданная при повороте револьверной головки, воспринимается валиком, несущим кулачки. Последние действуют на конечные выключатели, благодаря чему достигается соответствующее переключение в электрических цепях. В такой конструкции необходимо применить много промежуточных реле и пускателей; электрическая схема оказывается сложной, а переналадка, заключающаяся в перестановке кулачков, — продолжительной. В связи с этим в ЭНИМС разработана другая конструкция [41], при использовании которой возможно непосредственное управление цепями муфт и силовыми цепями двигателя (фиг. 87). В барабане 3 помещается шесть малых барабанов 2 (контроллеров с шипами), по числу позиций револьверной головки. Каждый из барабанов 2 можно устанавливать под разными углами, причем он контактируется с наборами неподвижных пластин 1, которые соответствующим образом замыкаются. Благодаря этому осуществляется необходимое замыкание электрических цепей, приводящее к получению требуемой скорости. Различное угловое положение контроллеров 2, установленное при настройке по имеющимся шкалам, будет соответствовать получению различных скоростей.



На настройку расходуется очень мало времени — меньше одной минуты.

Обычно в револьверных станках при повороте револьверной головки одновременно поворачивается барабан или валик упоров. В целях дальнейшей автоматизации желательно, вместе с поворотом револьверной головки, автоматически поворачивать также



Фиг. 88. Револьверная головка конструкции ЭНИМС.

и резцовые головки поперечного или бокового супорта. Если одновременно с этим механизуются перемещение и поворот револьверной головки, то станок превращается в полуавтомат.

Обычно при отводе супорта в исходное положение вручную происходит автоматический поворот и фиксация револьверных головок. Если же ручное перемещение супорта заменить автоматическим со скоростью 8—10 м/мин, то получится не совсем практичная конструкция, так как в момент завершения поворота скорость не уменьшается. В связи с этим с ЭНИМС разработана конструкция револьверной головки (фиг. 88), являющейся самодействующим узлом [41]. Поворот головки 3 осуществляется от электродвигателя через червяк и червячное колесо 1, валик 2 и водило 4 мальтийского креста 5.

На валик 2 посажен кулачок 6, которым производится перемещение фиксатора 7, входящего в соответствующее отверстие револьверной головки 3, а также и зажим хомута. Если конструкцию пополнить небольшим электрокомандным аппаратом, который поворачивается вместе с поворотом револьверной головки, то можно обеспечить поворот головки в ту или другую сторону, на одну или несколько позиций.

14. Автоматизация циклов обработки и результаты экспериментальных исследований

Представляет интерес первый револьверный электроавтомат, построенный в Московском станкоинструментальном институте в 1936 г. на базе револьверного станка Подольского завода под руководством канд. техн. наук И. В. Харизоменова [35].

Были произведены испытания этого станка при помощи двух электросхем; в одной был использован принцип командо-аппарата, в другой — путевых команд.

По сравнению с обычными автоматами в рассматриваемом станке значительно упрощается конструкция (относится это прежде всего к кулачкам) и настройка.

В станке, работающем по первой схеме, командо-аппарат помещен над передней бабкой. На барабане располагаются кулачки одинакового профиля для всех обрабатываемых деталей. Барабан связан через промежуточную передачу со шпинделем станка и поворачивается на один оборот в то время, как шпиндель совершит необходимые для обработки детали числа оборотов.

Кулачками, расположенными на барабане, даются команды отдельным узлам станка.

В станке, работающем по второй схеме, барабан не используется вовсе; его действие заменяется нажимом на путевые переключатели движущимися частями станка.

Настройка при работе по второй схеме значительно упрощается; она заключается в смене инструментов и установке упоров. Настройка длится 10—15 мин.

Канд. техн. наук С. П. Митрофановым были произведены опыты по получению точных размеров (по диаметрам и длинам) при обработке небольших деталей, в условиях приборостроительных заводов, на револьверных станках с горизонтальной осью револьверной головки.

Получение размеров по длине обеспечивалось упорами: передним, задним без самохода и задним с самоходом.

Опыты были проведены в производственных условиях на 18 револьверных станках, которые находились в удовлетворительном состоянии, причем никаких дополнительных мер, способствующих повышению точности обработки, не предпринималось.

Результаты достигнутой точности при опытах, связанных с получением размеров по длине с применением упоров различных

типов, приведены в табл. 11. Исследование производилось по методу малых выборок.

Резцы в большинстве случаев были оснащены пластинками твердого сплава Т15К6; геометрия их принималась по ОСТ. Режим резания изменялся в следующих пределах: $t < 2$ мм; $s < 0,2$ мм/об и $v < 100$ м/мин.

Таблица 11

Достигнутая точность размеров по длине

Метод получения размеров	Заданный размер l в мм	Достигнутая точность			Минимальные длины в мм, которые могут быть обработаны с классом точности	
		$t_{ср}$	σ_l	класс точности	4-й	5-й
По переднему упору, с ручной подачей	30	30,267	0,035	} 4-5	18	3
	50	50,251	0,030			
	75	75,341	0,039			
По заднему упору, с ручной подачей	30	30,296	0,022	} 4-5	6	1
	50	50,224	0,021			
	75	75,473	0,022			
По заднему упору, с автоматической подачей	30	30,178	0,021	} 4-5	6	1
	50	50,258	0,022			
	75	75,585	0,023			

Примечание. Работа производилась револьвершиком 3-4-го разряда. Материал обрабатываемых деталей — углеродистые машиностроительные стали.

Из данных табл. 11 видно, что при работе по задним упорам точность получается выше, по сравнению с работой по передним упорам.

Обеспечение точности размеров по длине, не выходящей за пределы 3-го класса ОСТ, требует выполнения работы револьвершиком, имеющим квалификацию не ниже 5-го разряда, полной исправности станка, наличия высокой жесткости работающей системы и проведения систематического контроля за состоянием станка.

В других опытах, проведенных С. П. Митрофановым, получены следующие результаты: 1) при работе по передним упорам, с заданными размерами деталей $l=4-75$ мм, получен 5-й класс точности; 2) при работе по задним упорам с ручной и автоматической подачей — 4-й класс точности.

Установлено также, что точность обработки практически не зависит от заданной длины (исследование проведено при длинах деталей от 4 до 75 мм).

В табл. 12 приведены данные о достигнутой точности размеров по диаметру. Исследования проводились также в производственных условиях.

Таблица 12

Достигнутая точность размеров по диаметру

Метод получения размеров	Заданный размер		Достигнутая точность			Минимальные диаметры, которые могут быть обработаны с классом точности			
	d в мм	δ в мм (заданный допуск)	$d_{ср}$	σ_d	класс точности	2-й	3-й	4-й	5-й
С поперечным упором	23,0	0,52	22,708	0,015	4	30	6	1	1
	23,2	0,14	23,071	0,005	3				
	24,0	0,52	23,530	0,031	4				
	26,5	0,06	26,426	0,006	3				
	37,5	0,34	37,424	0,016	4				

Примечание. Работа производилась револьверником 3—4-го разряда. Материал обрабатываемых деталей — углеродистые машиноподелочные стали.

ГЛАВА ПЯТАЯ

МЕХАНИЗИРУЮЩИЕ И АВТОМАТИЗИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ МНОГОРЕЗЦОВЫХ И КАРУСЕЛЬНЫХ СТАНКОВ

Многорезцовые станки работают по методу автоматического получения размеров. Одновременная обработка на них ряда поверхностей детали несколькими резцами, закрепленными в переднем и заднем супортах, снимающими большое суммарное сечение стружки, обеспечивает значительное повышение производительности по сравнению с обычными токарными станками.

На многих заводах многорезцовые станки переведены на обработку с высокими или повышенными скоростями резания.

На многорезцовых станках производится обработка деталей различных классов: валов, втулок, дисков, шестерен и др.

Точность при черновом обтачивании на этих станках, например, деталей класса валов из хорошо зацентрованных заготовок, при диаметрах 30—140 мм, укладывается в допуски 5-го, а иногда и 4-го класса точности. При чистовом облачивании достигается точность 4-го класса, а при небольших припусках и тщательной настройке даже выше. Однако получение точности размеров, не выходящих за пределы 3-го класса, на многорезцовых станках не имеет места. Объясняется это тем, что чистовая обработка валов мелких и средних размеров после многорезцовых станков производится обычно на шлифовальных. Размеры по длине выдерживаются с допусками 4—5-го класса точности, а иногда и выше.

Целесообразность использования многорезцовых станков в серийном машиностроении обычно подвергают сомнению в связи с длительностью их настройки. Но это не подтверждается практикой, так как при партии деталей в 5—10 шт. более выгодно обрабатывать их на многорезцовых станках, чем на односторонних [30].

Многорезцовая обработка может производиться и на обычных токарных станках. Например, на заводе «Красный пролетарий» был применен с успехом токарный станок типа 26 для предварительного одновременного обтачивания тремя резцами валов фрикциона, имеющих наружный диаметр 52 мм. У станка, до перевода его на многорезцовую обработку, были сняты резцедержатель, верхняя и средняя части супорта, и на их место установлены

Метод исследования, геометрия режущих кромок резцов и режимы резания были приняты такими же (стр. 123).

Таким образом, на основании приведенных данных, а также и литературных источников [30] можно считать, что экономически выгодной точностью обработки деталей на револьверных станках является: для длин 4—5-й класс точности и для наружных диаметров 3—4-й класс точности.

Примеры обработки типовых деталей. На револьверных станках производится скоростная обработка деталей различных классов: валов, втулок, дисков, шестерен и др. Она внедрена на многих станкостроительных заводах. На заводе имени Серго Орджоникидзе при скоростной обработке деталей из проката 20X, 40X, 45X и из стали 45, при закреплении заготовок с применением пневматического зажима, производительность по снятому объему стружки увеличилась на 15—25%. Обработка производилась по упорам. Скорости резания в отдельных случаях превышали 200 м/мин при глубине резания до 8 мм.

супорты с расположением резцов, применяемым при работе на многорезцовых станках. При обработке деталей на этом станке достигнуто увеличение производительности в 2,5 раза по сравнению с однорезцовой обработкой и обеспечено полное использование мощности станка [52].

Механизация и автоматизация обработки на многорезцовых станках развивается в направлении совершенствования их настройки и поднастройки, применения взаимозаменяемых инструментов, устройств для получения точных размеров и устройств для более полной автоматизации цикла обработки.

15. Устройства для многорезцовых станков

Настройку многорезцовых станков целесообразно производить по образцу. Лучшим является стальной закаленный, шлифованный образец, обычно закрепляемый в центрах станка. По образцу устанавливаются в супортах резцы в положении, соответствующем окончанию обработки.

Во время обработки, кроме погрешностей установки по образцу в связи с деформацией системы и другими факторами, возникают дополнительные погрешности; поэтому окончательную регулировку положения резцов, упоров и остановов лучше производить при обтачивании первых деталей партии.

В серийном производстве для настройки можно использовать одну из точно обработанных деталей. Для настройки возможно также применение и универсальных приборов, но настройка по ним более сложна и выполняется медленнее. Ускорение обеспечивается применением нескольких верхних сменных частей супортов, резцы в которых остаются закрепленными постоянно. Однако использование сменных частей супортов требует дополнительных расходов, поэтому их применению должны предшествовать соответствующие технико-экономические расчеты.

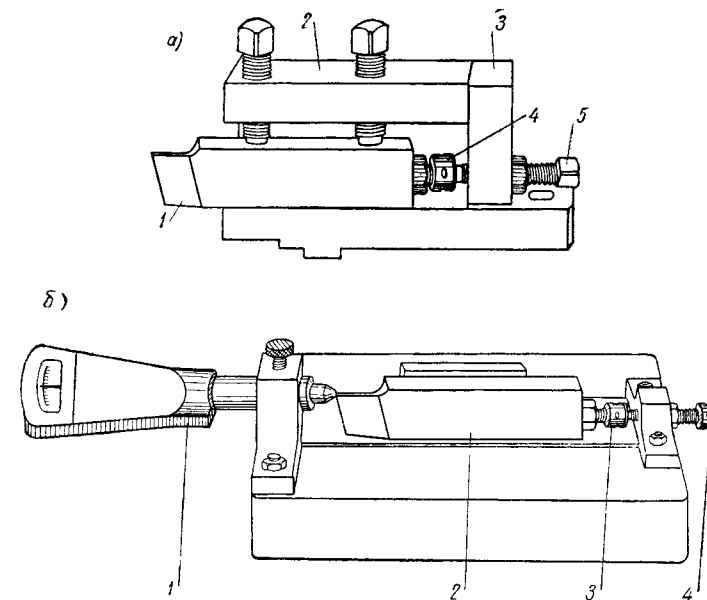
Поднастройка многорезцовых станков, которую необходимо осуществлять периодически, в связи с износом режущих инструментов, значительно ускоряется при применении взаимозаменяемых инструментов. В этих случаях при замене инструментов какой-либо регулировки их положения не требуется.

Работу без поднастройки можно производить при применении взаимозаменяемых державок.

Воспользуемся данными об обработке деталей на многорезцовых токарных полуавтоматах (1730, 128 и др.), при помощи взаимозаменяемых инструментов. На фиг. 89, а показана державка 2, в которой закреплен резец 1 с прошлифованным основанием и одной боковой плоскостью. Этими плоскостями резец соприкасается с соответствующими прошлифованными поверхностями державки 2. В стенку 3 державки завернут винт 5, в который упирается винт 4, завернутый в торцевую часть стержня резца 1.

Размер резца с высокой точностью (до 0,002 мм) регулируется вне станка, в приспособлении, изображенном на фиг. 89, б. При регулировании упорный винт 4 занимает определенное положение, а винтом 3 с контргайкой, ввернутым в стержень резца 2, производится установка на размер с контролем по миниметру 1.

Применением описанных простейших конструкций державки и контрольного приспособления была обеспечена полная взаимо-



Фиг. 89. а — державка с взаимозаменяемым резцом; б — приспособление для регулирования размера по длине.

заменяемость резцов при поднастройке. Никакой регулировки на станке не производилось: при выходе размера детали за поле допуска осуществляли не поднастройку станка, а смену державки.

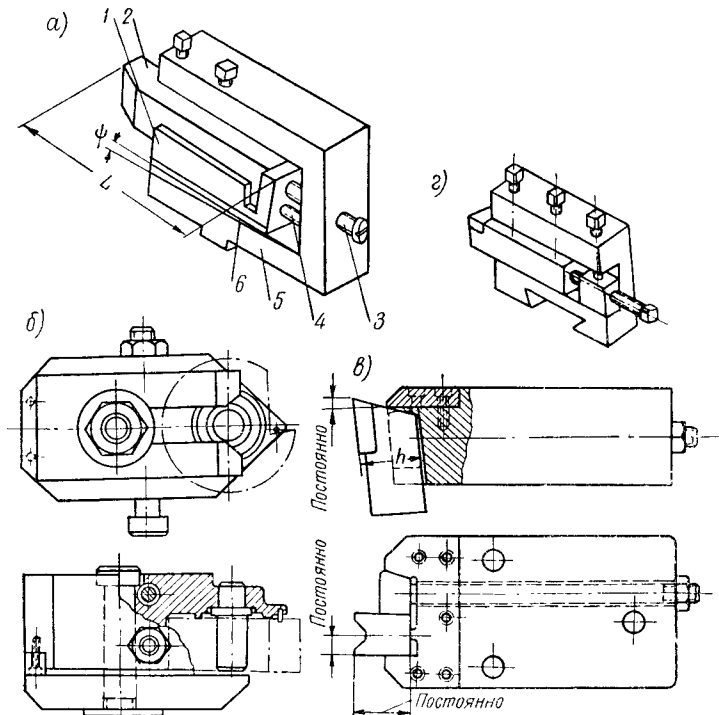
На фиг. 90, а — г показаны державки, отвечающие требованиям точной установки резца. В первой из них (а) резец 2 находится в пазу основания 1 (снабженного на нижней поверхности уклоном под углом 5°), которое вставлено в гнездо державки 5. Пластика 6, привернутая к державке, имеет также уклон 5° . Винтами 4 и 3 производится соответствующая регулировка, дающая возможность сохранить постоянный вылет. Угол ψ рекомендуется принимать равным переднему углу, что приводит к упрощению заточки резцов.

На фиг. 90, б, в, г изображены еще три конструкции взаимозаменяемых инструментов.

На фиг. 91 показана более сложная конструкция державки с двумя взаимозаменяемыми резцами, предложенная инж. Б. В. Рома-

новским [52]; в ней осуществлено механическое крепление пластины твердого сплава в проходном резце 1.

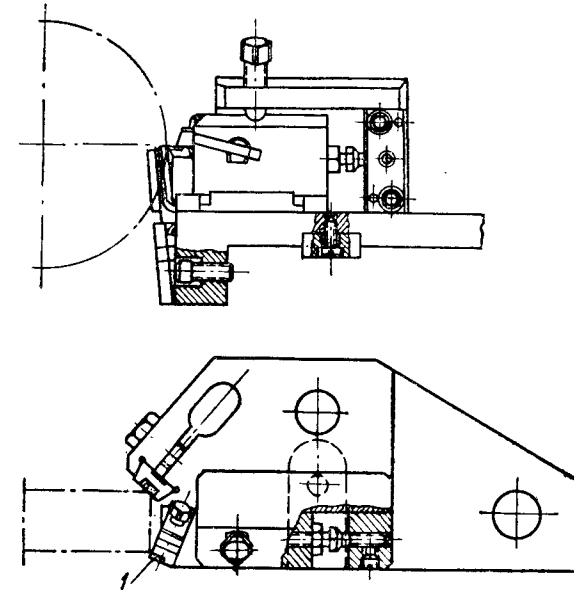
В качестве примеров, иллюстрирующих применение устройств, механизующих управление и обслуживание станка, рассмотрим резцедержатель, обеспечивающий автоматический отвод резцов после обработки (фиг. 92), и устройства для копирного обтачивания.



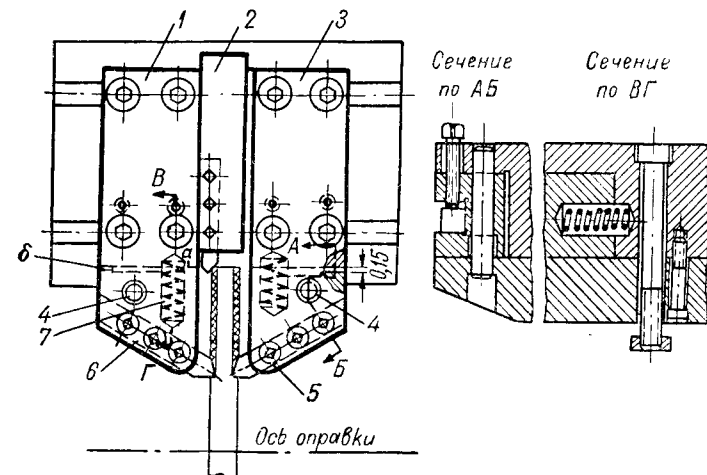
Фиг. 90. Державки, обеспечивающие работу без поднастройки: а — с точной установкой резца; б — для круглого резца; в — для призматического резца; г — с сухарем и винтом для регулирования положения резца.

Резцедержатель, изображенный на фиг. 92, был использован при обтачивании торцевых поверхностей деталей и снятии фаски.

В этом резцедержателе резцы для подрезания боковых поверхностей закреплены в промежуточных державках 5 и 6, которые помещаются в корпусах 1 и 3 и вращаются на осях 4. До начала снятия стружки державки 5 и 6 поверхностями б, под действием пружин 7, прижимаются к опорным стенкам корпусов 1 и 3. При снятии стружки (как представлено на фигуре) державки под действием усилия резания поворачиваются вокруг осей 4, но в противоположную сторону, причем с корпусами соприкасается



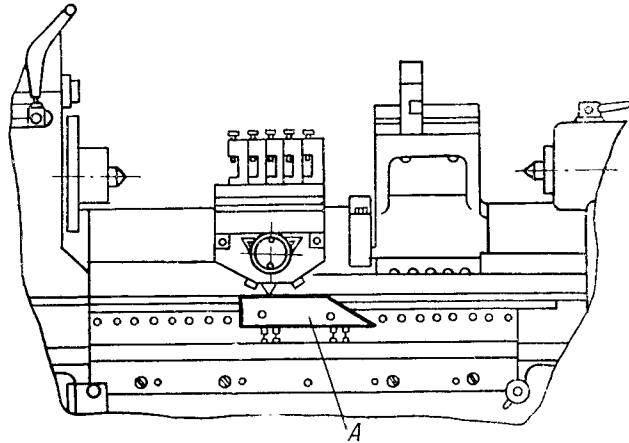
Фиг. 91. Державка с взаимозаменяемыми резцами.



Фиг. 92. Резцедержатель с автоматическим отводом резцов.

поверхность *a*. Резцом, закрепленным в корпусе 2, в конце рабочего хода, на детали снимается фаска. С прекращением резания пружины 7 возвращают державки 5 и 6 в исходное положение, что соответствует отводу режущих лезвий резцов от обработанных поверхностей. Резцедержатель надежно работает в течение двух лет [52].

На фиг. 93 показано устройство для копирного обтачивания, примененное на многорезцовых полуавтоматах типа 116, 118 и др. В этом случае копиру *A* придается форма профиля обрабатываемой детали.



Фиг. 93. Копир, установленный на станках типов 116 и 118.

мой детали. Применение копира дает возможность уменьшить количество резцов, находящихся одновременно в работе. Вместе с этим повышается производительность за счет увеличения скорости резания и подачи, а также сокращается вспомогательное и подготовительно-заключительное время.

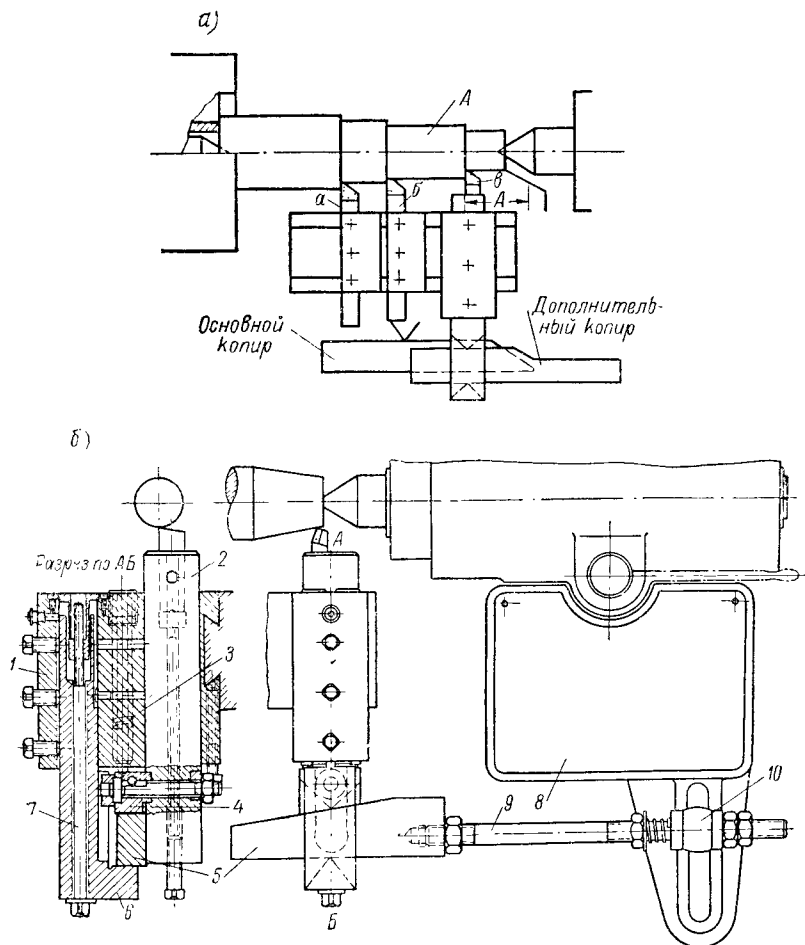
В табл. 13 приведены схемы настроек, иллюстрирующие обработку полуоси и поворотного кулака с помощью копиров. При настройках 1 и 3 в работе находилось одновременно по шесть резцов, в то время как при настройке 2, в случае работы по копиру, были применены всего лишь два, а при настройке 4 — три резца.

Уменьшение количества резцов привело к повышению производительности в рассмотренных случаях на 15—20% за счет упрощения и ускорения настройки и поднастройки; вместе с тем мощность, расходуемая на резание, уменьшилась вдвое. Достигнуто также повышение стойкости резцов (примерно в три раза), так как исключалась необходимость работы с врезанием, при которой наблюдались частые выкрашивания пластинок твердого сплава, происходящие, в частности, за счет усиленных вибраций, возникавших в момент врезания резцов. Необходимым средством,

Таблица 13
Схемы настроек и данные о скоростной обработке деталей с помощью копиров на многорезцовом полуавтомате типа 116

№ настройки	Наименование обрабатываемых деталей	Материал обрабатываемых деталей	Схемы настроек		Резец		Режим резания				Машинное время T_m в мин.
			материал пластинок	стойкость в мин.	f в м.м	s в мм/об в.м/мин	v в м/мин	n в об/мин			
1	Полуось	Сталь 40X	Т5К10	20—30	1,0—1,5	0,35	52	215	14		
2	То же	Сталь 40X	Т15К6	70—90	1,0—1,5	0,7	79	327	1,25		
3	Поворотный кулак	Сталь 40X	Быстрорежущая сталь	60—70	3,5	0,34	33	110	3,25		
4	То же	Сталь 40X	Т5К10	80—100	3,5	0,46	102	345	1,75		

также способствующим повышению стойкости резцов, является автоматический отвод их от обработанной поверхности при возвращении супорта в исходное положение. С уменьшением числа одновременно работающих резцов упрощается стружкодробление.



Фиг. 94. Схема обработки детали (а); дополнительная державка для копирной обработки (б).

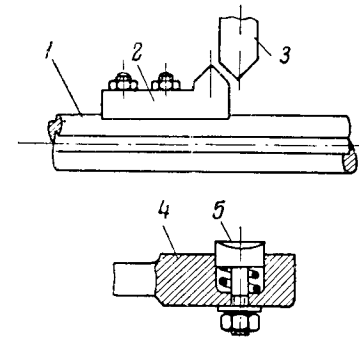
К сожалению, детали, имеющие сложную конфигурацию, нельзя обрабатывать методом копирного обтачивания.

Иногда наряду с основным копиром целесообразно применение дополнительного копира. Это необходимо в том случае, когда движение одного резца должно отличаться от движения других резцов. Например, при обтачивании детали А (фиг. 94, а) резцы а и б обрабатывают цилиндрические участки, а резец в должен обрабатывать конус и цилиндрический участок. Возможность

работы с одним копиром в данном случае исключается. Для данного и подобных случаев предложена [52] дополнительная державка (фиг. 94, б). Здесь оправка 2 с резцом установлена в корпус 1. К оправке прикрепляется кулачок 4, контактирующий с копиром 5. Контакт обеспечивается двумя пружинами 3. Винтом 7 регулируется положение направляющей б копира. Тягой 9, через шаровую опору 10, копир 5 связан с кронштейном 8. Копиры 5 сменные.

16. Экспериментальные исследования и примеры обработки типовых деталей на многорезцовых станках

Экспериментальные исследования получения точных размеров на многорезцовом станке 161М Ижевского завода были проведены инж. А. П. Гилянским¹. Станки снабжаются механизмом автоматического выключения, схема которого показана на фиг. 95. На валике 1, расположенном с передней стороны станка, закрепляются в требуемом положении упоры 2. Включение автоматической подачи производится поднятием вверх падающей рукоятки 4, положение которой фиксируется штифтом 5. Упор 3 помещен в фартуке станка; он перемещается вертикально в соответствующих направляющих. При движении супорта на самоходе упор 3, встретив упор 2, перемещается вверх, выталкивает фиксирующий штифт 5 из соответствующего гнезда в фартуке. Рукоятка 4 падает и подача прекращается.



Фиг. 95. Схема механизма автоматического выключения многорезцового станка 161М.

Станок 161М испытывался на точность выключения вхолостую и при обработке деталей. Отклонения фиксировались индикатором:

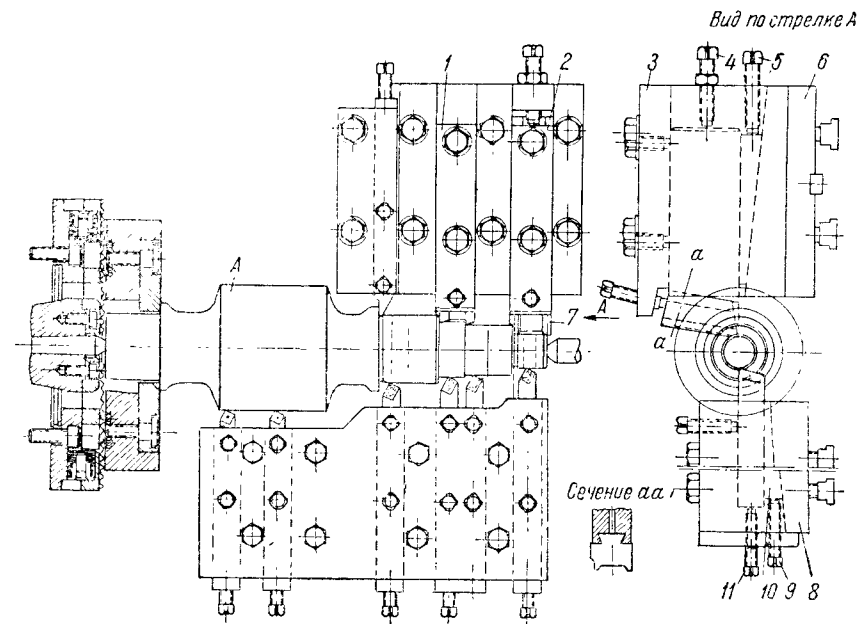
При испытаниях вхолостую принимались: подача $s = 0,19; 0,27; 0,54$ и $0,76$ мм/об; число оборотов шпинделя $n = 78; 316$ и 766 об/мин. Точность выключения получилась от $+0,01$ до $-0,03$ мм, или округленная автором экспериментов (с запасом на неточность опытов) $\pm 0,02$ мм.

При многократном обтачивании стального валика (сталь 35), на длину 25 мм с глубиной резания $t = 0,15$ мм, при тех же подачах и числах оборотов (см. выше) получен диапазон отклонений $0-0,025$ мм. Опытами установлено запаздывание выключения, т. е. приращение длины ступени детали при переходе от низких чисел оборотов и подач к высшим.

¹ А. П. Гилянский, Сравнительное исследование токарных станков типа 161Э, 161Л и 161М.

А. П. Гилянский пришел к выводу, что точность обработки по длине при использовании механизма автоматического выключения на многолезцовом станке может быть получена в пределах $\pm(0,02-0,03)$ мм.

Представляют значительный интерес результаты экспериментов, проведенных инж. А. В. Дербишером [52] по использованию державок (две конструкции которых приведены выше, см. фиг. 89 и 91) с взаимозаменяемыми резцами. Установка резцов на размер



Фиг. 96. Настройка для обработки червяка на многолезцовом полуавтомате.

во всех случаях производилась вне станка, в связи с чем необходимость поднастройки устранялась.

Благодаря применению взаимозаменяемых резцов достигнуты следующие результаты:

- 1) уменьшено поле рассеивания размеров обрабатываемых деталей в 2—2,5 раза по сравнению с обычной настройкой;
- 2) устранен полностью брак деталей, который имел место в процессе настройки при старых методах;
- 3) значительно сократилось время на смену инструментов (при обычной настройке время на смену и регулирование инструментов за 8 час. работы составляло 38,84 мин.; при применении взаимозаменяемых инструментов — 3,24 мин.);
- 4) созданы условия для замены инструмента самим токарем;
- 5) уменьшен расход режущего инструмента.

На фиг. 96 приведен пример настройки для обработки типовой детали на многолезцовом полуавтомате МТ30. В этом случае обрабатывается длинный конец заготовки червяка А. В корпусе 8 резцедержателя переднего супорта установлено шесть резцов, регулировка положения которых в вертикальном и радиальном направлениях осуществляется клином 10 и винтами 9 и 11. В резцедержателе заднего супорта, состоящем из корпуса 3 и основания 6, установлены державки 1 и 2, несущие тангенциальные резцы 7. Положение резцов регулируется также винтами 4, 5 и клином.

К недостаткам рассмотренной настройки следует отнести большое количество одновременно используемых резцов (что осложняет настройку и затрудняет отвод стружки) и отсутствие взаимозаменяемости инструментов.

17. Механизирующие устройства для карусельных станков и примеры обработки деталей

На заводах серийного машиностроения получили значительное распространение карусельные станки, позволяющие осуществлять высокопроизводительную обработку деталей малых и средних диаметров и являющиеся единственно применимыми для обработки деталей очень больших размеров (диаметром до 30 м).

Одна из задач дальнейшего повышения производительности при обработке деталей на этих станках заключается в оснащении их зажимными приспособлениями прогрессивных конструкций, получившими большое распространение на токарных и многолезцовых станках.

На карусельных станках находит применение в отдельных случаях, например, на станках модели 1551, конструкция револьверной головки, в которой поворот и зажим осуществляются одной рукояткой.

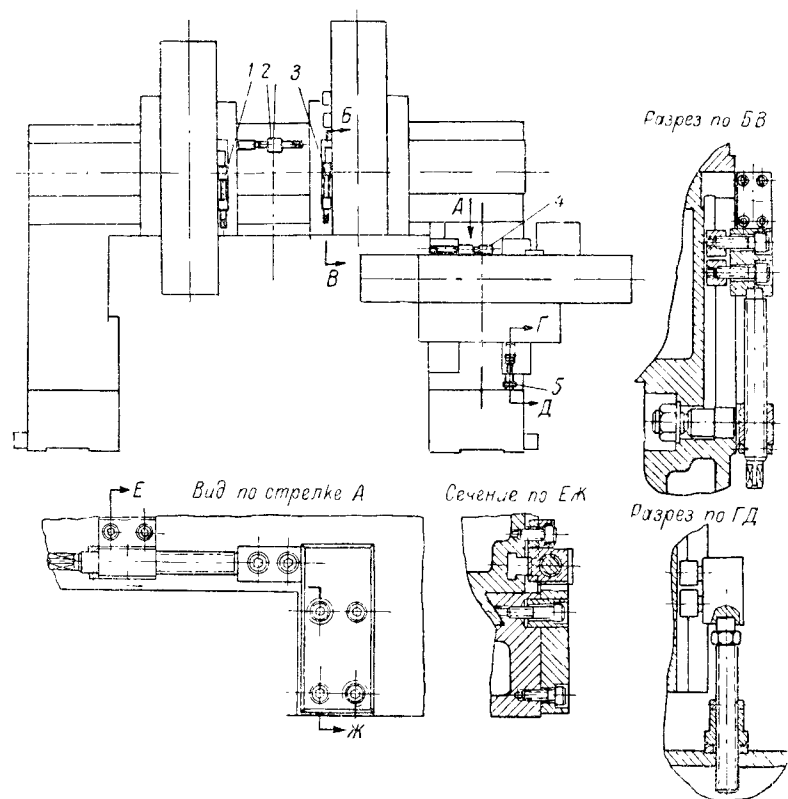
Устройства, механизмирующие на карусельных станках получение точных размеров по длине и диаметру, могут быть выполнены в виде системы упоров. Схематичное расположение их дано на фиг. 97, где изображен карусельный многолезцовый станок отечественной конструкции. Здесь упорами 1 и 3 осуществляется установка супортов, монтированных на траверсе, на размеры по длине, а упором 2 левый супорт устанавливается на диаметральные размеры. Упором 4 поперечный супорт настраивается на размер по диаметру, а упором 5 — на размер по высоте. На проекциях и разрезах представлены конструкции отдельных упоров.

Тяжелые карусельные станки снабжаются также упорами с электрогидравлическим управлением, устанавливаемыми на супортах.

Автоматизация циклов работы на карусельных станках до настоящего времени распространения не получила. Имеются лишь рекламные описания отдельных иностранных фирм.

Рассмотрим примеры настройки карусельных станков и обработки деталей на них новаторами производства.

Новаторы Уралмашзавода Д. А. Рогожин и Г. Г. Буряк при настройке карусельного станка для растачивания отверстий по 2-му и 3-му классу точности применяют практичный прием выверки супорта. В обрабатываемой детали делается выточка *I*



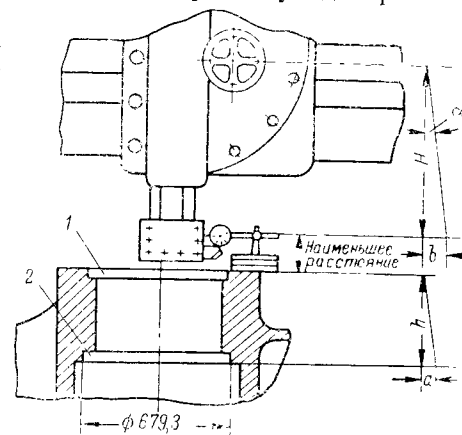
Фиг. 97. Расположение упоров на карусельном станке и их конструкция.

(глубина резания $0,3 \pm 0,4$ мм) на длину 20 мм. Затем супорт быстро опускается вниз (без изменения положения резца) и делается такая же выточка 2. Размеры выточек измеряются штангмасами. Определяется разница радиусов; по данным, приведенным на фиг. 98, она будет составлять 0,15 мм. После этого измеряется величина *H* (от оси поворота супорта). Величина *h* является размером обрабатываемой детали. Предположим, что $H = 1350$ мм, $h = 675$ мм; из подобия треугольников определяется величина поворота $b = \frac{H}{h} \cdot 0,15 = \frac{1350}{675} \cdot 0,15 = 0,3$ мм. После поворота

супорта еще раз производится такое же растачивание (с небольшой глубиной резания) и аналогичная проверка. Описанный прием выверки супорта обеспечил повышение производительности и работу без брака.

Н. В. Бутенко, токарь-карусельщик Харьковского трижды орденосного завода транспортного машиностроения, использует при работе упоры и лимбы, ведет обработку одновременно двумя супортами.

На фиг. 99, а показана схема обработки диска, предложенная Н. В. Бутенко. В позиции *I* производится одновременное подрезание за один проход торцов обода и ступицы. Позиция *II* характеризуется растачиванием отверстия и предварительным обтачиванием обода за один проход. В позициях *III* и *IV* производится за один проход окончательное обтачивание обода и растачивание отверстия. Результаты, достигнутые Н. В. Бутенко, показаны в табл. 14.



Фиг. 98. Выверка супорта на карусельном станке.

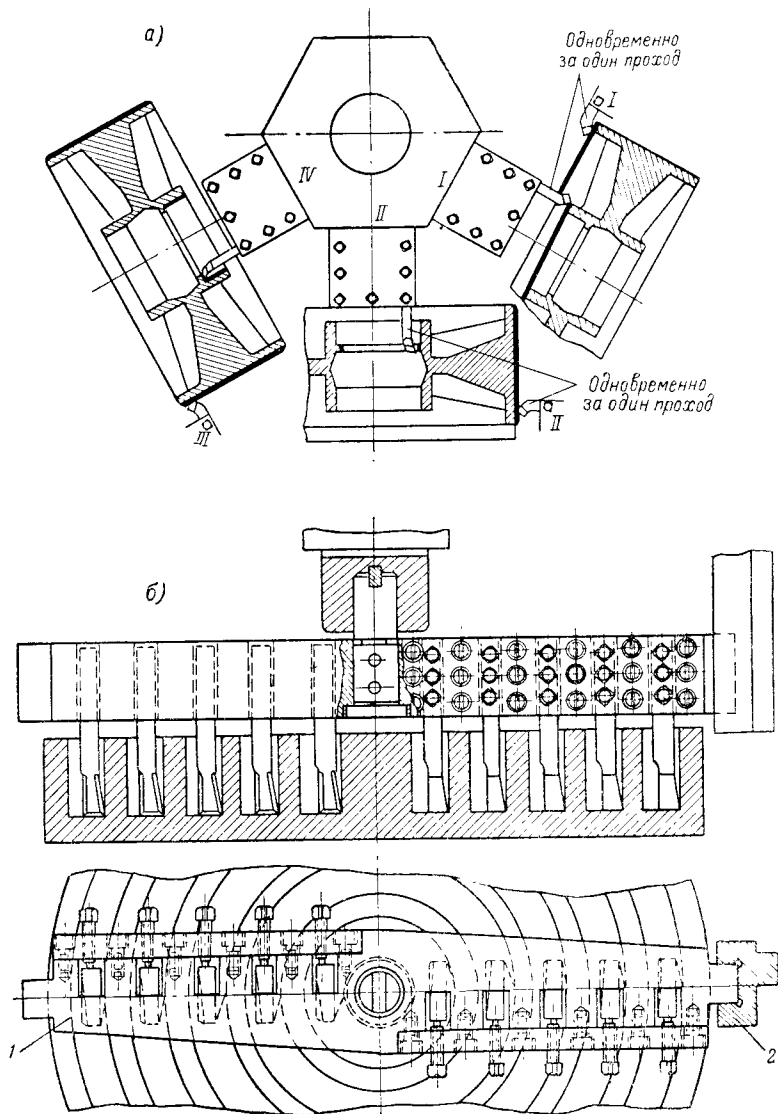
Таблица 14

Результаты, достигнутые Н. В. Бутенко

Наименование сравниваемых показателей	По норме	Принято Н. В. Бутенко
Число проходов на всю операцию	12	5
Скорость резания в м/мин	38	174
Подача в мм/об	0,27	0,6
Машинное время в мин.	51	17
Вспомогательное время	Сокращено в четыре раза	

Новатор-скоростник Московского завода шлифовальных станков Н. С. Батов при обработке корпуса электромагнитного стального стола станка типа 3756 успешно применил метод много-резцовой обработки (фиг. 99, б) при растачивании пяти кольцевых пазов шириной 40 мм и глубиной 135 мм [23]. В работе одновременно находилось 10 резцов; ширина режущей кромки каждого из них ~20 мм. Таким образом, все пазы обрабатывались в один проход. Для увеличения жесткости общей резцедержателя *I* одна торцевая сторона ее поддерживалась пазом пластинки 2,

закрепленной в боковом супорте. Это повысило долговечность резцов: прежде при обработке пазов одного стола ломалось 10—15 резцов, а при новом методе поломка их вовсе прекратилась. Производительность повысилась в 43 раза. Раньше пазы стола обрабатывались в течение четырех смеи, а Н. С. Батов стал обрабатывать их за 45 мин. Ручная подача была заменена автоматической. Ввиду того, что повышение числа оборотов лимитировалось мощностью станка, работа производилась при $n = 12$ об/мин., что позволило применять резцы из быстрорежущей стали.



Фиг. 99. Схема обработки диска, осуществляемая Н. В. Бутенко (а); схема обработки пазов электромагнитного стола, примененная Н. С. Батовым (б).

ГЛАВА ШЕСТАЯ

МЕХАНИЗИРУЮЩИЕ И АВТОМАТИЗИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ СВЕРЛИЛЬНЫХ И РАСТОЧНЫХ СТАНКОВ

Повышение производительности сверлильных станков, в связи с большим распространением их на машиностроительных заводах, является важной технико-экономической задачей. Это достигается применением скоростных методов обработки, использованием приспособлений прогрессивных конструкций (5, 12, 48), механизмирующих и автоматизирующих устройств. Если требуемая точность обработки на сверлильных станках обеспечивается самой конструкцией приспособления, то применение механизмирующих и автоматизирующих устройств имеет целью, главным образом, снижение затрат вспомогательного времени.

Расточные станки меньше распространены, чем сверлильные. Характерными условиями работы этих станков являются высокие требования к точности обрабатываемых деталей. В связи с этим, а также из-за конструктивных особенностей станков, большая часть устройств, предназначенных для механизации и автоматизации обработки на них, имеет целью замену ручной установки инструмента на размер автоматизированной.

18. Механизмирующие устройства для сверлильных станков

В состав рассматриваемого вида устройств, в соответствии с принятой классификацией (схема 1), входят, главным образом, устройства, механизмирующие управление станком и обслуживание его. К последним относятся устройства, механизмирующие получение размеров, а также установочные и холостые перемещения.

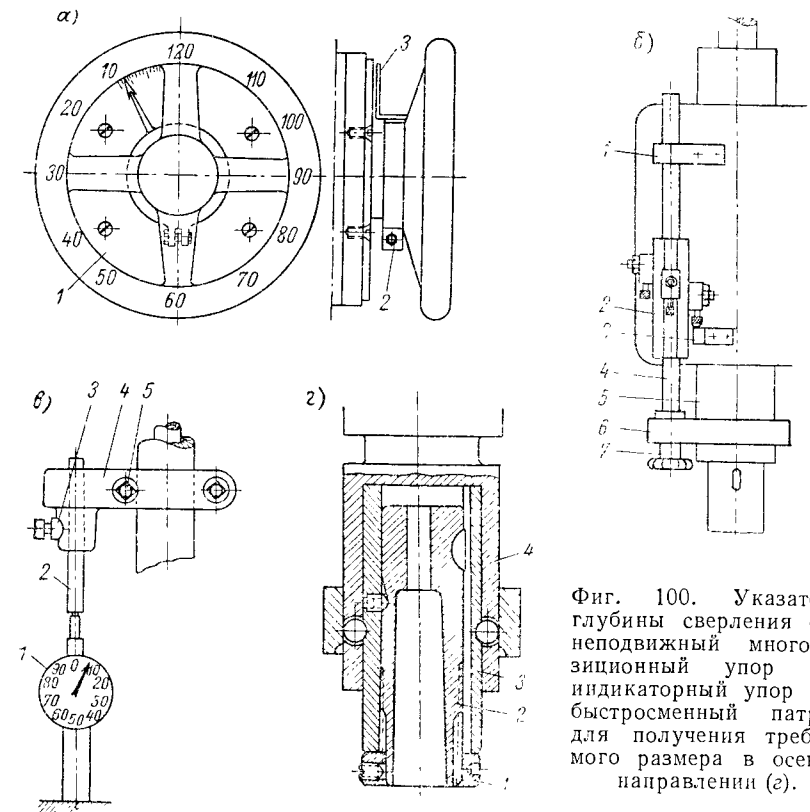
Ниже приводится описание устройств, механизмирующих получение размеров: указателя глубины сверления, лимбов, упоров, быстросменных патронов с фиксированным положением инструмента, муфт и устройств для координатной установки деталей.

На фиг. 100, *а*, показан указатель глубины сверления, примененный на радиально-сверлильных станках. Диск 1, градуированный в зависимости от передаточного отношения механизма подачи, прикрепляется к станине. На маховичок посажен хомут 2, несущий стрелку-указатель 3.

140

Радиально-сверлильные станки Одесского завода имени В. И. Ленина оснащаются лимбами (для настройки на требуемую глубину сверления) и предохранителями от перегрузки.

Сверлильные станки снабжаются в отдельных случаях упорами однопозиционными и многопозиционными. На фиг. 100, *б* изо-



Фиг. 100. Указатель глубины сверления (*а*); неподвижный многопозиционный упор (*б*); индикаторный упор (*в*); быстросменный патрон для получения требуемого размера в осевом направлении (*г*).

бражена схема многопозиционного упора. Барабан 2 упоров посажен на валик 4, который центрируется подшипником 1 и втулкой, имеющейся в хомуте 6, надетом на гильзу 5 шпинделя станка. Поворот валика 4 производится маховичком 7. В процессе работы, при опускании гильзы шпинделя, тем или другим из отрегулированных упоров барабана 2 ограничивается глубина обработки при встрече с неподвижным упором 3.

При использовании неподвижных упоров на станках типов 2125, 2135 и других достигается точность размеров по длине в пределах 0,2 мм. Если необходимо получить более высокую точность, например, 0,05—0,15 мм, снабжаются упорами режущие инструменты. В таких случаях на инструмент может быть

141

надета регулируемая по длине втулка, которая нижней поверхностью соприкасается с торцом кондукторной втулки.

Высокой точности можно достигнуть также при использовании индикаторных упоров (фиг. 100, в). В этом случае на гильзе шпинделя закрепляется болтами 5 разрезанный хомут 4. В передней части хомута установлен закаленный и точно шлифованный упор 2, закрепляемый после регулировки винтом 3. Индикатор 1 закреплен на подставке.

При необходимости последовательной обработки одного и того же отверстия несколькими инструментами целесообразно пользоваться общеизвестными быстросменными патронами, в корпусе 4 которых (фиг. 100, г) втулка 3 фиксируется в продольном направлении. Внутри этой втулки имеется вторая втулка 2, установка которой, а следовательно, и режущего инструмента, производится гайкой 1. Благодаря этому можно получить требуемый размер в осевом направлении, так как втулка 3, выполняющая функции упора, своей торцевой частью соприкасается с одним и тем же участком корпуса 4.

Требуемый размер по длине может быть получен также применением предохранительной муфты в сочетании с упором и выключающим устройством. Например, в одной из отечественных конструкций многошпиндельных станков в кинематическую цепь привода каждого шпинделя помещена фрикционная муфта, отрегулированная на наибольший крутящий момент. В момент встречи шпинделя с неподвижным упором муфта пробуксовывает, число оборотов шпинделя понижается и через центробежное реле, нажимающее на конечный выключатель, осуществляется остановка перегруженного узла [7].

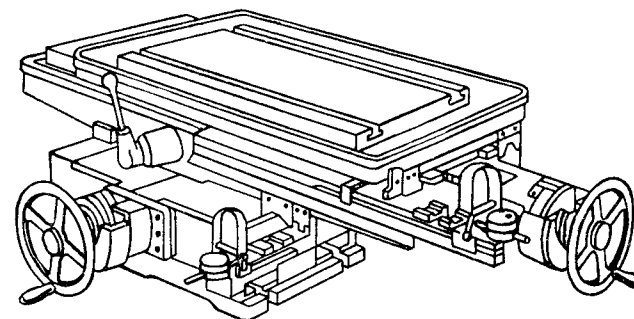
При использовании указателей глубины сверления, неподвижных и индикаторных упоров обычно возникают трудности во время работы в связи с различной длиной сменяемых режущих инструментов. Они могут быть устранены применением метода фиксации втулок с режущим инструментом по схеме, представленной на фиг. 100, г, или применением инструментов одинаковой длины. Последнее является затруднительным, так как сверла приходится довольно часто перетачивать. При отсутствии специальных втулок (фиг. 100, г) и наличии инструментов различной длины оказывается необходимой поднастройка во время работы.

В тех случаях, когда применение кондукторов по экономическим соображениям нерентабельно, а работа по разметке из-за недостаточной точности и производительности нежелательна, получение необходимых размеров между осями отверстий может быть механизировано или автоматизировано применением устройств для координатной установки обрабатываемых деталей.

Для этой цели можно использовать, в частности, специальные крестовые столы (фиг. 101).

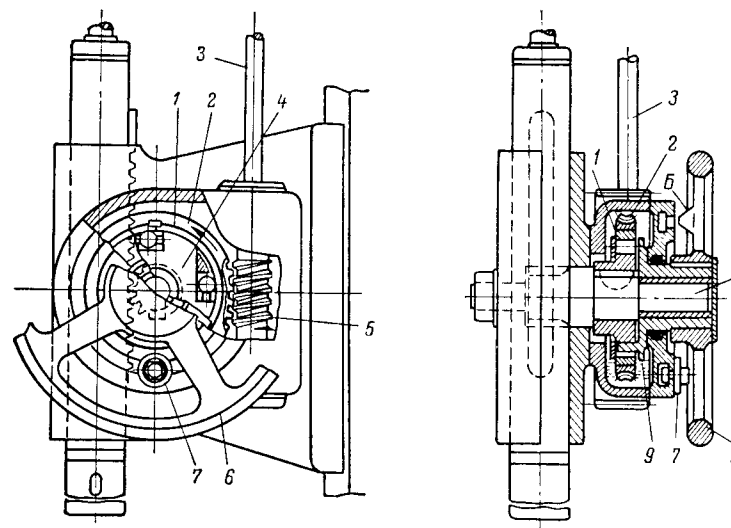
Обрабатываемая деталь, после закрепления на крестовом столе, перемещается в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Отсчет размеров может производиться с помощью индикаторов и штихмасов (или мерных брусков), механических упоров или



Фиг. 101. Крестовый стол для координатной установки.

электрических. Дальнейшее совершенствование изображенного на фиг. 101 стола, в случаях применения его для крупных станков,



Фиг. 102. Оснащение сверлильного станка муфтой обгона.

следует связывать с заменой ручного перемещения механическим (с помощью электродвигателей).

В качестве примера применения устройства, механизующего или автоматизирующего холостые перемещения, рассмотрим узел перемещения шпинделя станка с вмонтированной в него муфтой обгона (фиг. 102). Этот механизм используется для быстрого

реверсирования подачи или быстрого переключения подачи с ручной на автоматическую и обратно [7]. Корпус 4 муфты обгона посажен на валик 8 реечной шестерни и заклинен шпонкой. В червячный обод 2 запрессовано наружное кольцо 1 муфты и также заклинено шпонкой. На валик 8 свободно посажена втулка 9, четыре выступа которой входят в вырезы корпуса 4. В этих же вырезах находятся ролики. При вращении червячного обода 2 в направлении стрелки червяком 5, посаженным на шпонку, запрессованную в валик 3, ролики заклиниваются и через валик 8 осуществляется автоматическая подача шпинделя. Одновременно будут вращаться втулка 9 и маховичок 6.

Если требуется ускоренное опускание шпинделя, например, подвод инструмента к обрабатываемой детали, то его можно осуществить ручным перемещением маховичка 6, так как в этом случае выступы втулки 9 поворачивают корпус 1 муфты обгона. Ограничение глубины сверления производится выступом Б, соприкасающимся с упором 7. При повороте маховичка 6 в противоположную сторону выступами муфты 9 происходит расклинивание роликов, а вместе с этим и подъем шпинделя.

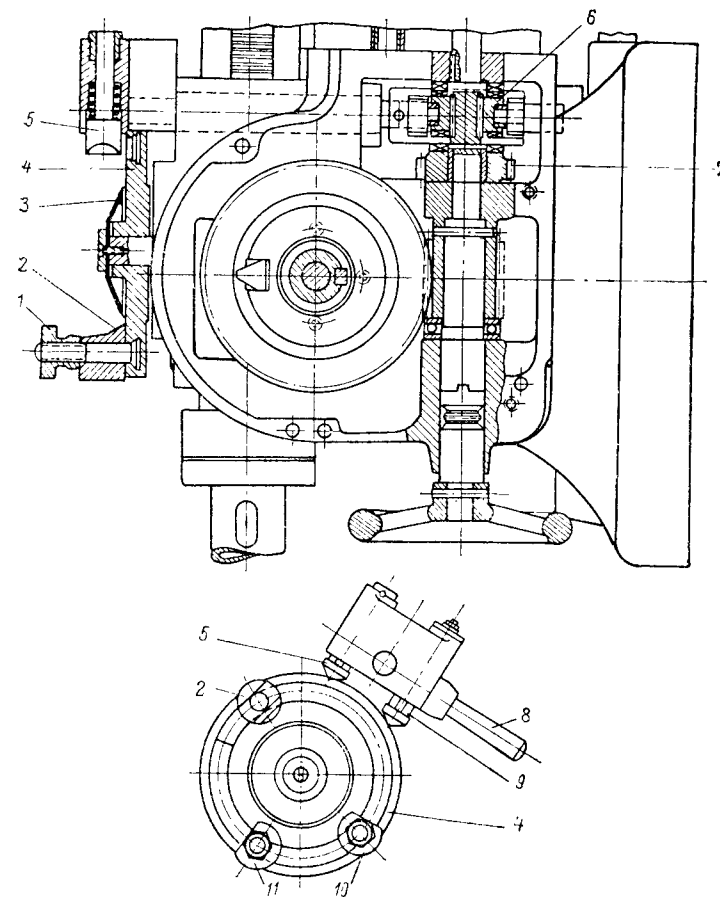
19. Автоматизация циклов работы сверлильных станков и примеры обработки типовых деталей

К автоматизирующим устройствам относятся специальные механизмы подачи и устройства, автоматизирующие циклы работы сверлильных станков.

Рассмотрим некоторые конструкции механизмов подачи сверлильных станков, использование которых обеспечивает частично автоматизацию циклов. Эти конструкции получили практическое применение при модернизации станков.

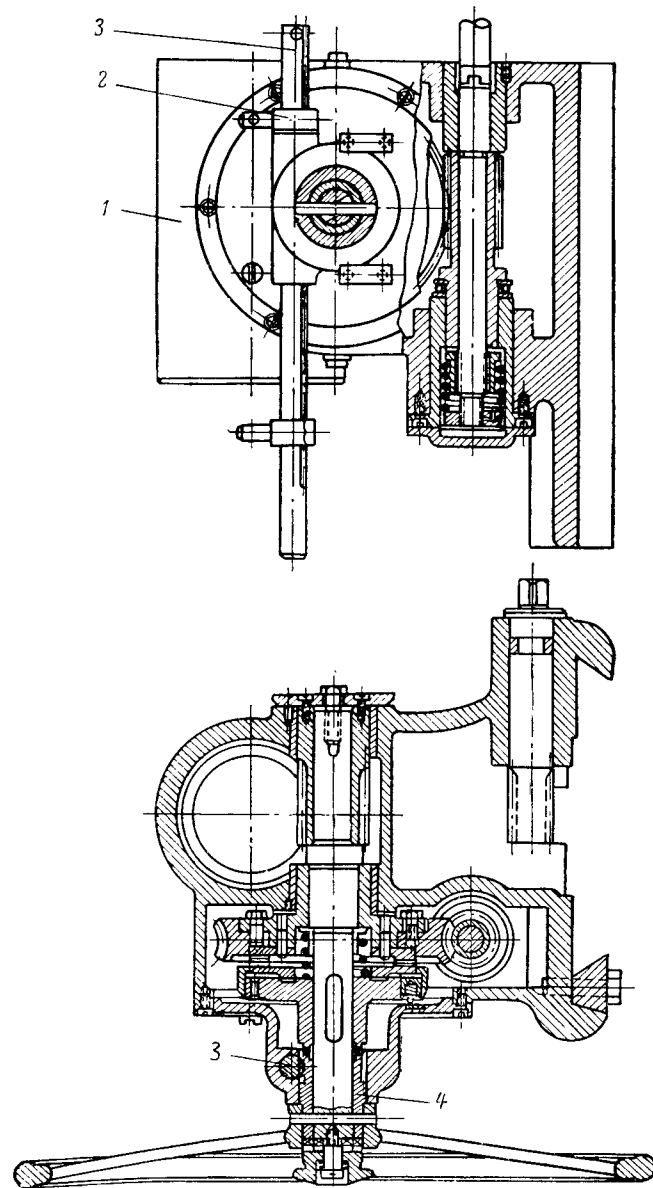
На фиг. 103 показан механизм подачи станка (описанный проф. Д. Н. Решетовым [52]), оснащенного электродвигателем мощностью $N = 2,5 \text{ квт}$ и предназначенного для максимального диаметра сверления $d = 32 \text{ мм}$ в стальных деталях, с пределами чисел оборотов шпинделя 93—765 в мин. и подачей $s = 0,1—0,8 \text{ мм/об}$. По пазу диска 4, получающего вращение через валик от рейки, нарезанной на гильзе, могут переставляться и закрепляться в соответствующем месте упоры 2, 10 и 11; их назначение ограничивать глубину сверления и подъем шпинделя. Упором 2, закрепляемым гайкой с накаткой 1, после настройки на размер по неподвижной шкале 3 с ценой деления в 1 мм, ограничивается глубина сверления. При достижении требуемой глубины сверления рабочая подача выключается переводом рукоятки 8. Перевод рукоятки, имеющей два пружинных штифта 5 и 9 для быстрого переключения кулачковой муфты 6, сопровождается выключением последней. Муфта 6 имеет три положения, которые фиксируются рукояткой 8. Упоры 10 и 11 выполняют функции конечных

выключателей. Быстрый автоматический подъем шпинделя по окончании сверления производится от отдельного электродвигателя мощностью $N = 0,18 \text{ квт}$, который непрерывно вращается. Шестерня 7 через промежуточную кинематическую цепь получает вращение от этого электродвигателя.



Фиг. 103. Механизм подачи сверлильного станка.

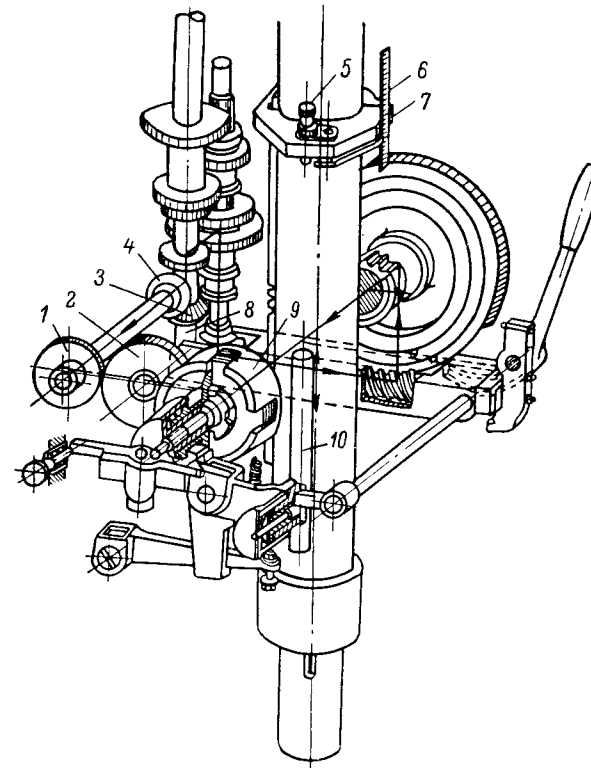
На фиг. 104 изображен механизм подачи вертикально-сверлильных станков 2135 и 2150 завода имени В. И. Ленина. Станок 2135 предназначен для наибольшего диаметра сверления 35 мм. Он оснащен электродвигателем мощностью $N = 5,2 \text{ квт}$. Число оборотов шпинделя станка в минуту 53 ± 50 , подача $s = 0,1—1,11 \text{ мм/об}$. Глубина сверления ограничивается кольцом 2, закрепляемым в соответствующем положении на круглой рейке 3. В процессе работы сверление прекращается в момент встречи кольца 2 с кронштейном 1, что сопровождается остановкой втул-



Фиг. 104. Механизм подачи вертикально-сверлильных станков 2135 и 2150 завода имени В. И. Ленина.

ки 4 и соответственно выключением автоматической подачи шпинделя. Описанный механизм прост, компактен и удобен в работе, но имеет тот недостаток, что подъем шпинделя в исходное положение осуществляется грузом.

На фиг. 105 показан механизм подачи быстроходного станка (число оборотов шпинделя 500—2375 в мин.), предназначенного

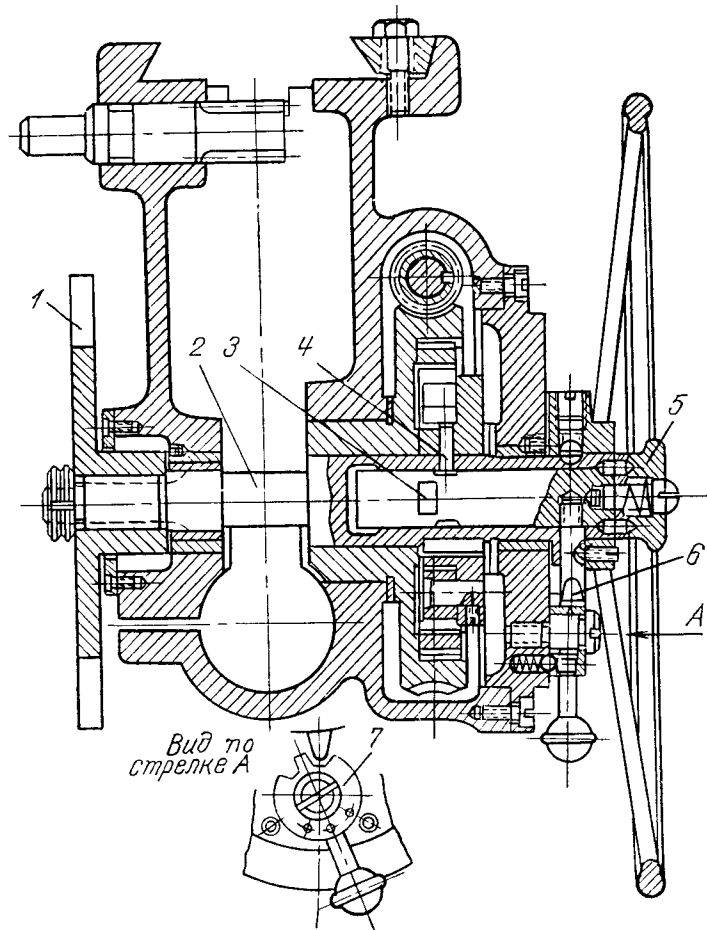


Фиг. 105. Механизм подачи быстроходного станка.

для наибольшего диаметра сверления 25 мм в стальных деталях. Мощность электродвигателя $N = 4$ квт; пределы подач $s = 0,16 - 0,64$ мм/об. Глубина сверления ограничивается винтом 5, завернутым в хомутик 7. Хомутик устанавливается на размер по линейке 6, прикрепленной к каретке станка. Винт 5, при перемещении гильзы вниз, нажимает на валик 10; происходит выключение рабочей подачи и включение механизма ускоренного подъема шпинделя. Последний производится валиком реечной шестерни от фрикционной муфты 9. Вращение муфты происходит от первого валика 8 коробки подач и шестерен 3, 4, 1, 2 на шестерню (на фигуре не видно), прикрепленную к корпусу муфты 9. Описанный механизм отличается большой надежностью в работе, но

недостатком его является относительная сложность конструкции.

На фиг. 106 приведен механизм к станку 2125, который служит для автоматического перемещения шпинделя по заданному циклу. Новые детали, введенные в механизм подачи станка, отмечены



Фиг. 106. Дополнительный механизм к станку типа 2125.

на фигуре жирными линиями. На валик 2, вставленный вместо зубчатого валика, надет кулачок 1, который нажимает на рычаг 2 (фиг. 107). Нажатием рычага на хомут 3 осуществляется автоматическая подача шпинделя. Вращение валику 2 (фиг. 106) передается червячной парой станка. Автоматическая подача прекращается в момент соприкосновения шпильки 6 с цилиндрической поверхностью диска 7. Вместе с этим повернется валик 3 и четыре штиф-

та 4, сойдя с лысок на цилиндрическую поверхность, выключают храповой механизм. Передача движения от червячного колеса валику 2 прекращается. Переходу на работу с автоматическим выключением подачи должно предшествовать разъединение валиков 2 и 3 оттягиванием кнопки 5 вправо и поворотом ее. Непрерывность автоматической работы достигается снятием диска 7. Возвращение шпинделя в исходное положение осуществляется противовесом.

На фиг. 107 изображен станок с вмонтированным в нем механизмом (фиг. 106). На станке производится автоматическая обработка детали, закрепленной в скальчатом кондукторе.

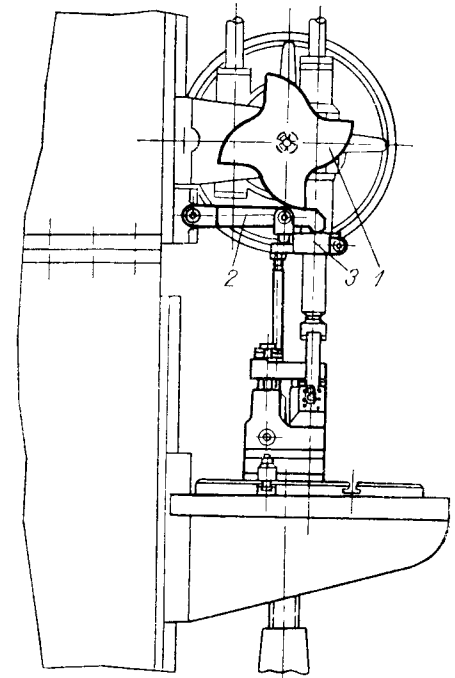
Для автоматизации цикла работы вертикально-сверлильных станков разработаны оригинальные конструкции устройств.

На фиг. 108 приведен специальный автоматизированный поворотный стол, а на фиг. 109 — принципиальная схема механизма его поворотной части [52].

Работа по фиксированию определенного положения обрабатываемой детали, после установки ее и центрирования на столе Д (фиг. 108), производится следующим образом (фиг. 109). Включается электродвигатель 1 ($N = 1 \text{ квт}$, $n = 930 \text{ об/мин.}$), который прикреплен к неподвижной части стола. Через шестерни 2, 3, 4 и 5 вращение передается шестерне 6, которая свободно посажена на вал 9 червяка 11. На вал червяка посажена на шпонку и обгонная муфта 7 (находящаяся внутри шестерни 6), а также дисковая муфта 8, поджимаемая четырьмя пружинами 10 через упорный шарикоподшипник к левому торцу шестерни 6.

Внутри вала 9 находится вал 14, на который надета пружина 13, стремящаяся переместить червяк вправо. От червяка 11 вращение передается червячной шестерне 12 и столу Д (фиг. 108).

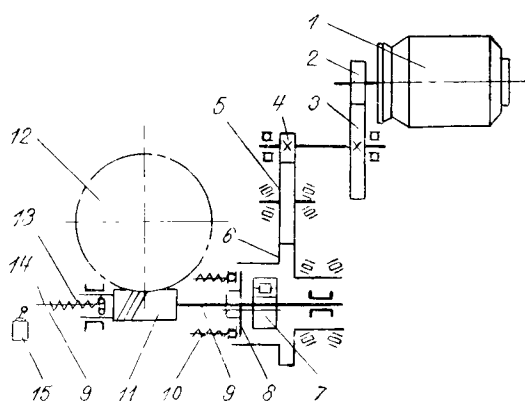
В поворотную часть Д стола запрессовываются фиксирующие втулки Е (см. разрез по ГГ), расположенные в один, два или три ряда (в зависимости от необходимости); фиксаторы К встраиваются в неподвижную часть стола. Нижняя, торцевая



Фиг. 107. Автоматизированный станок типа 2125 для работы со скальчатым кондуктором.

поверхность втулок *E* частично срезана для возможности расположения в них фиксатора *K*. Минимальное расстояние между осями соседних втулок, измеренное по дуге, принимается 50 мм.

Автоматическая работа стола совершается следующим образом. Включается электродвигатель *1* (фиг. 109), и поворотная часть стола, получающая вращение через обгонную муфту *7* и дисковую муфту *8*, начинает вращаться в направлении стрелки «деление» (фиг. 108). Скоп, имеющийся в поворотной части (разрез по *ГГ*), нажимает



Фиг. 109. Схема привода автоматизированного стола.

на ролик, вмонтированный в фиксатор, и последний опускается. Как только фиксатор заскочит под действием пружины в следующую втулку, конечный выключатель, связанный с ним, дает импульс на реверсирование электродвигателя; часть *D* стола начинает вращаться в противоположном направлении, по стрелке «поджим». В это время червяк *11* (фиг. 109)

перемещается влево и, когда фиксатор займет определенное положение, упорный болт, завернутый в вал *14*, нажимает на рычаг, а вместе с этим на конечный выключатель *15*; электродвигатель *1* останавливается.

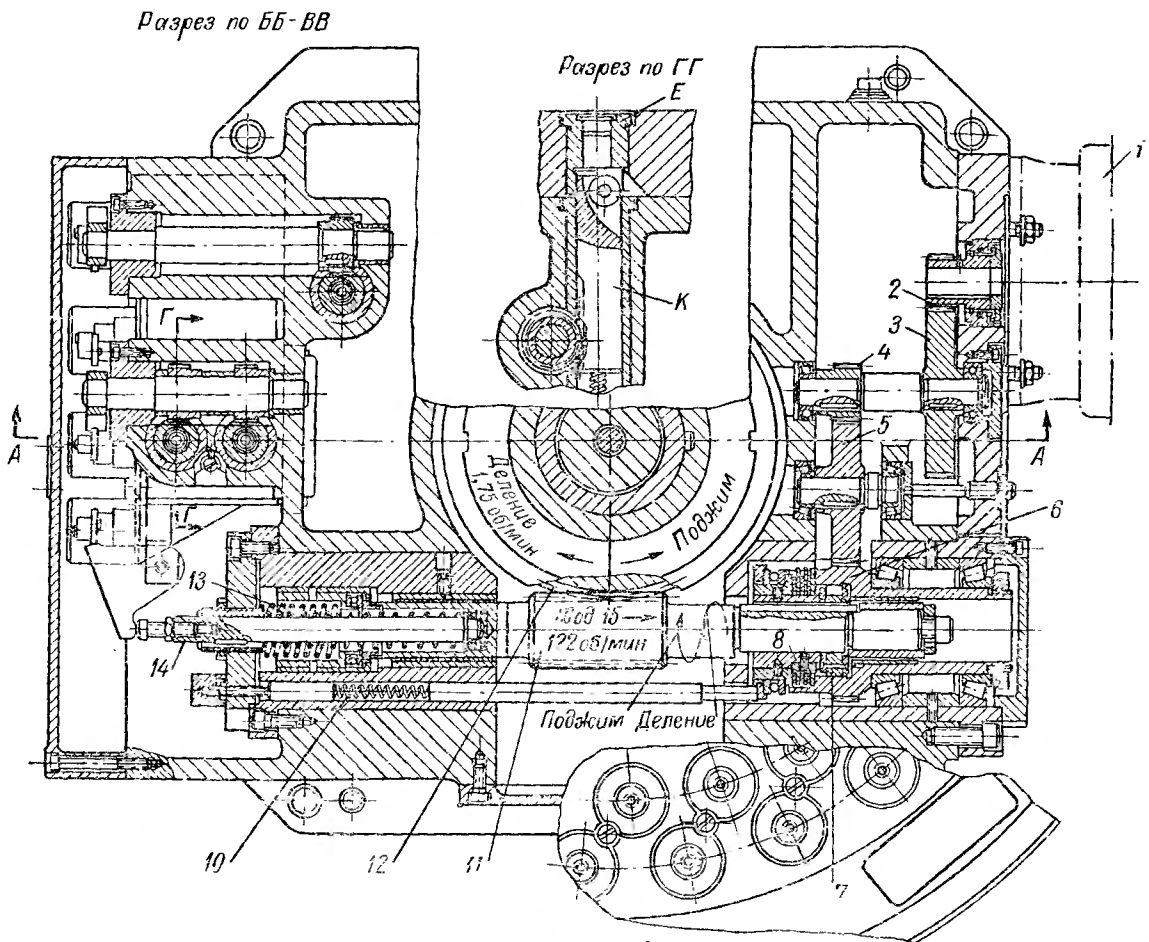
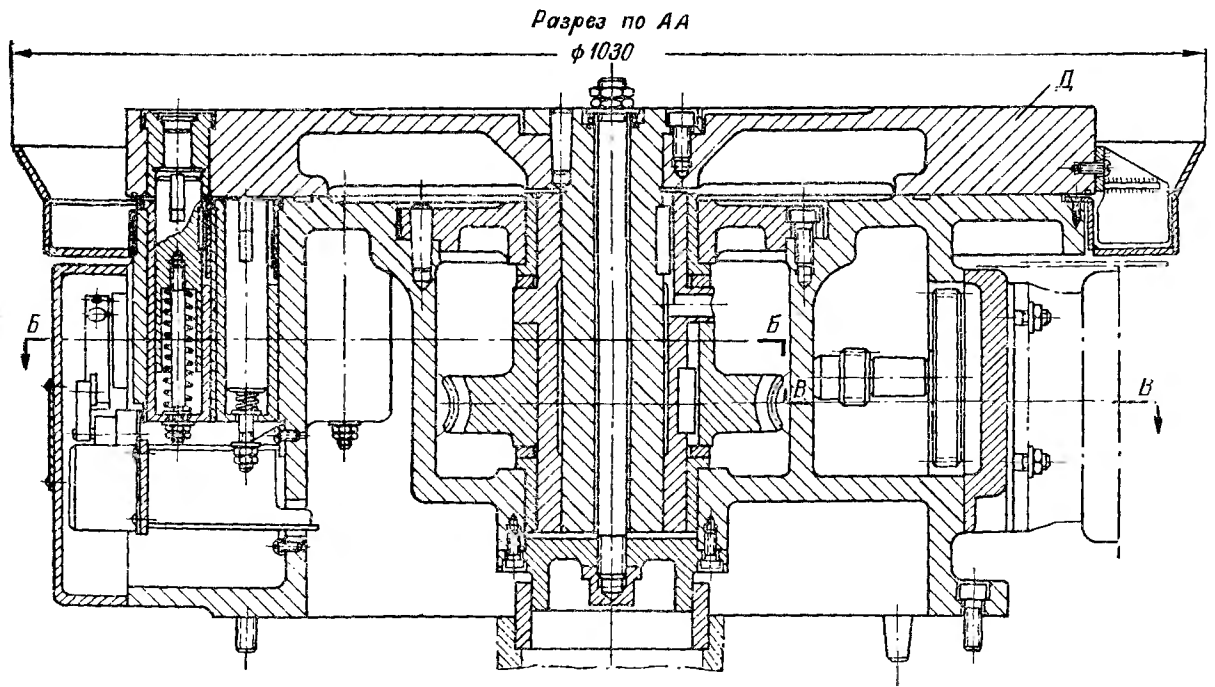
После этого совершается автоматический цикл работы шпинделя сверлильного станка. В исходном положении шпинделя автоматически включается электродвигатель *1*, и цикл повторяется снова.

Полный оборот части *D* стола (фиг. 108) завершается автоматической остановкой станка.

По литературным данным, точность деления, достигаемая при работе описанных автоматизированных столов, 0,05—0,07 мм. Столы на нескольких заводах успешно применяются при обработке деталей на ряде станков [52].

Рассмотрим схемы автоматизации вертикально-сверлильных станков.

На фиг. 110 показана схема, в которой автоматическое перемещение шпинделя осуществляется от электродвигателя *6*, передающего движение механизму, помещенному в коробке *5*. Кулачок *4*, посаженный на валик, выходящий из коробки, вращает рычаг *3* — перемещается тяга *2*; вместе с ней поворачиваются рычаг *1* (снабженный продольным пазом для регулирования хода

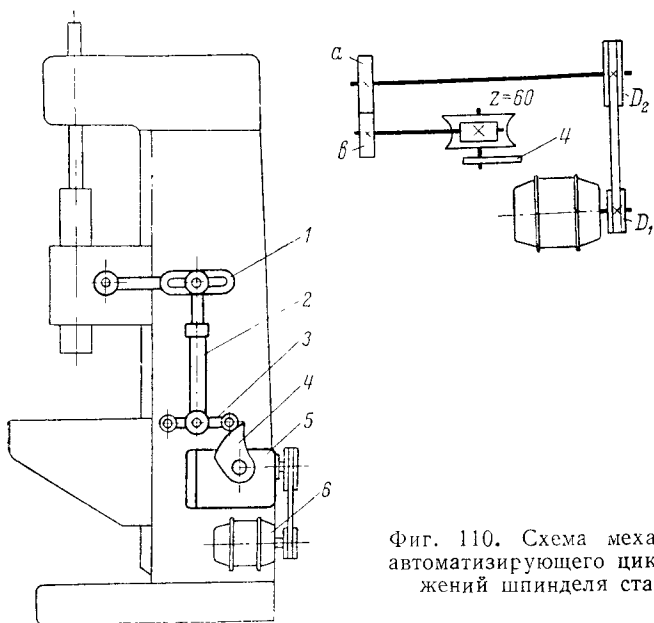


Фиг. 108. Автоматизированный стол для сверльных работ.

гильзы) и реечная шестерня, сцепленная с рейкой гильзы, — происходит перемещение шпинделя станка.

Кулачок 4 должен иметь профиль, обеспечивающий за один полный оборот цикл обработки детали.

В рассматриваемой конструкции кулачок вращается с постоянной скоростью, причем движение передается от шкива $D_1 = 80$ мм шкиву $D_2 = 240$ мм, сменным шестерням a и b (с передаточным



Фиг. 110. Схема механизма, автоматизирующего цикл движений шпинделя станка.

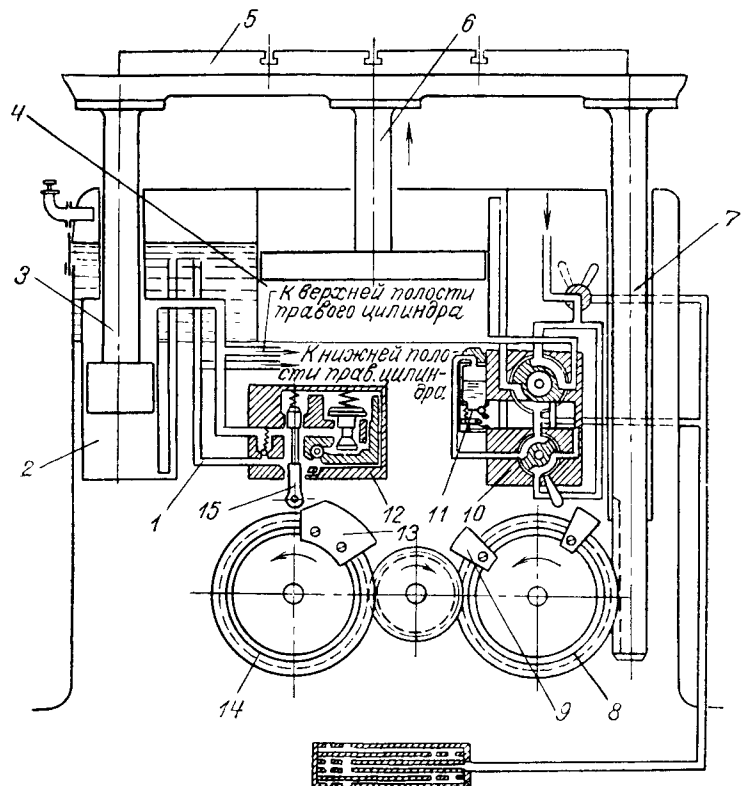
отношением $i = \frac{1}{3} \div \frac{3}{1}$), однозаходному червяку и червячной шестерне $z = 60$ зубьев. На валик червячной шестерни посажен кулачок 4.

Рассмотренная схема автоматизации рекомендуется для применения в случаях кратковременных циклов работы станка (от 3 до 12 сек.). Если же необходимо осуществлять более длительный цикл обработки, то для повышения производительности следует применять более сложный механизм, которым достигается как рабочее перемещение шпинделя, так и ускоренное холостое (кулачок 4 вращается с различной скоростью). С этой целью следует механизм дополнить фрикционной муфтой обгона, дополнительным кулачком и т. д. [24].

Для автоматизации циклов работы вертикально-сверлильных станков применяются и пневмо-гидравлические устройства.

На фиг. 111 дана кинематическая схема такого устройства [41].

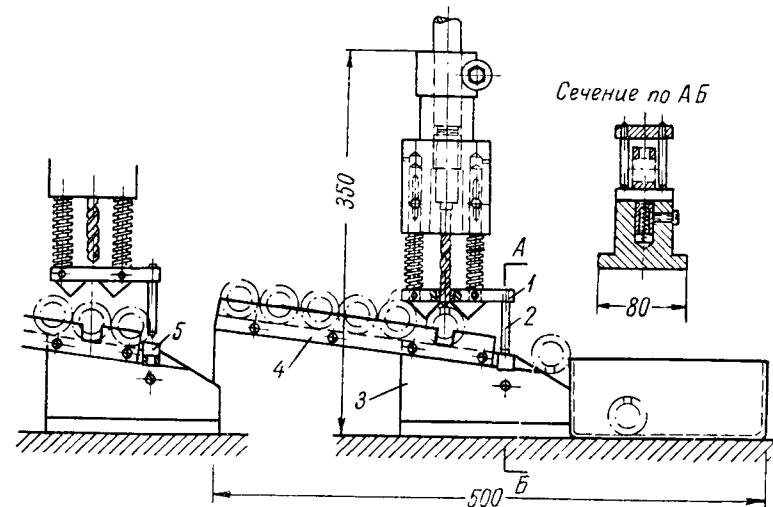
Устройство устанавливается на место снимаемого стола станка и с его применением отпадает необходимость автоматической подачи шпинделя, так как вертикальное перемещение стола устройства позволяет автоматизировать как рабочие, так и холостые ходы (причем осуществляется также изменение величины подачи).



Фиг. 111. Схема пневмогидравлического устройства для автоматизации вертикально-сверлильных станков.

Подъем стола 5 (фиг. 111) производится штоком 6 с поршнем под давлением сжатого воздуха. Центрирование стола при подъеме осуществляется четырьмя штоками; два из них — 3 и 7 — видны на фигуре. Шток 3 и расположенный по диагонали другой шток связан с гидравлическими цилиндрами 2. Назначение последних — демпфирование в процессе работы. Помощью зубцов, нарезанных на нижней части скалки 7, поворачиваются распределительные диски 8 и 14, с которыми связаны кулачки 9 и 13. При нахождении кулачков в соответствующем положении на дисках, связанном с поворотом рукоятки дросселя гидравлической коробки, устанавливаются величина подачи и подъема стола и ускоренный ход стола.

В процессе работы ускоренный подъем стола с закрепленными на нем приспособлением и обрабатываемой деталью производится сжатым воздухом, поступающим в цилиндр 4. В это же время масло из цилиндров 2 выжимается штоками 3 и через гидравлическую коробку 12, являющуюся регулятором величины подачи, поступает в резервуар. Завершение ускоренного подъема осуществляется кулачком 13, который, поднимая плунжер пилота 15,



Фиг. 112. Автоматическое закрепление обрабатываемых деталей подвесной кондукторной плитой.

перекрывает трубопровод 1 и масло поступает в коробку 12, благодаря чему обеспечивается требуемая рабочая подача.

Реверсирование в конце рабочего хода осуществляется кулачками 9, действующими на распределительный (пневматический) кран 10, снабженный сервозолотником и гидравлическим реле времени 11.

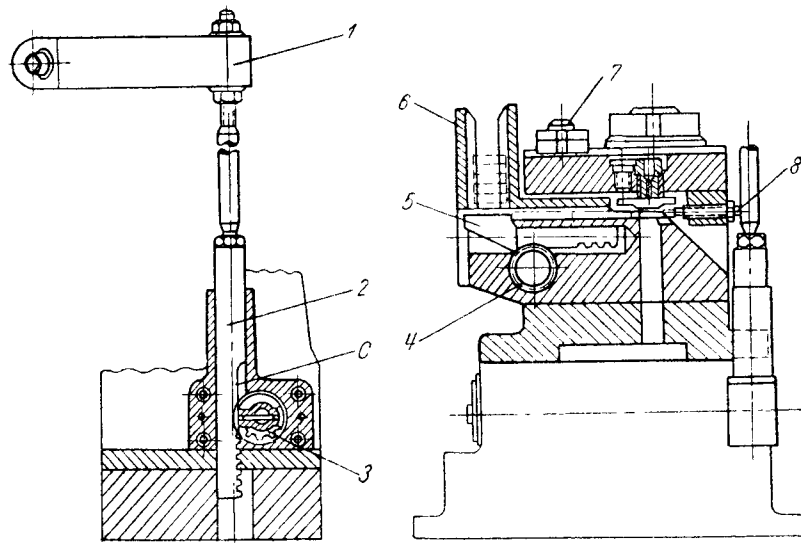
Коробка 12 является нормализованным в станкостроительной промышленности регулятором скорости.

При использовании описанного устройства требуются высокая жесткость шпиндельного узла, точное вращение шпинделя и возможность регулирования чисел оборотов последнего. Вертикальное перемещение шпинделя требуется только при настройке и после переточек сверла.

Рассмотрим примеры автоматизированной обработки типовых деталей.

На фиг. 112 приведен один из удачных примеров автоматизированной обработки с использованием подвесной кондукторной плиты [5, 12]. В обрабатываемых деталях — кольцах требуется сверлить отверстие перпендикулярно к оси. К основанию 3

прикреплен наклонный желоб 4, в который закладываются кольца. Когда шпиндель поднят, то катящиеся кольца удерживаются упором 5, поднимающимся кверху под действием пружины. Шпиндель опускается. Призмой кондукторной плиты 1 центрируется кольцо и в это же время двумя штырями 2 (разрез по АБ) упор 5 опускается и кольцо с просверленным отверстием скатывается в ящик. Если осуществлена автоматизация подъема и опускания шпинделя (фиг. 103—107), то функции работающего



Фиг. 113. Схема установки автоматизированного скальчатого кондуктора.

на станке сводятся к установке колец на наклонную плоскость желоба 4.

На фиг. 113 представлен пример автоматизации обработки с применением скальчатого кондуктора с пружинным зажимом и коленчатым валиком [5, 12]. Обычно на конец коленчатого валика надевается рукоятка. В рассматриваемом случае на коленчатый вал надета шестерня 3, у которой по окружности нарезаны частично зубья. Эти зубья соединяются с рейкой 2, которая связана тягой с хомутом 1, надетым на гильзу шпинделя станка. При подъеме вверх ременный вал 7 поворачивает шестерню 4, которая, сцепляясь зубцами с ползуном 5, сдвигает его влево. При опускании вниз уступ ползуна 5 захватывает из бункера 6 очередную деталь и передвигает ее вправо. Этой деталью все остальные детали, включая и обработанную, также передвигаются вправо. Обработанная деталь скатывается по наклонной плоскости вниз, а очередная удерживается упором 8. Поверхность С на рейке 2 соприкасается с гладкой поверхностью шестерни 3, благодаря чему возможно дополнительное крепление колен-

чатого валика скальчатого кондуктора. Перемещение режущего инструмента может быть ручное и автоматическое. В последнем случае рекомендуется оснастить станок специальным механизмом подачи.

Эффект от перехода на автоматизированную обработку при выполнении сверлильных работ значительно возрастает, если наряду с кондукторами прогрессивных конструкций используются многошпиндельные сверлильные головки.

20. Механизирующие устройства для расточных станков

К механизующим устройствам для расточных станков относятся инструменты и устройства для точной регулировки положения инструментов.

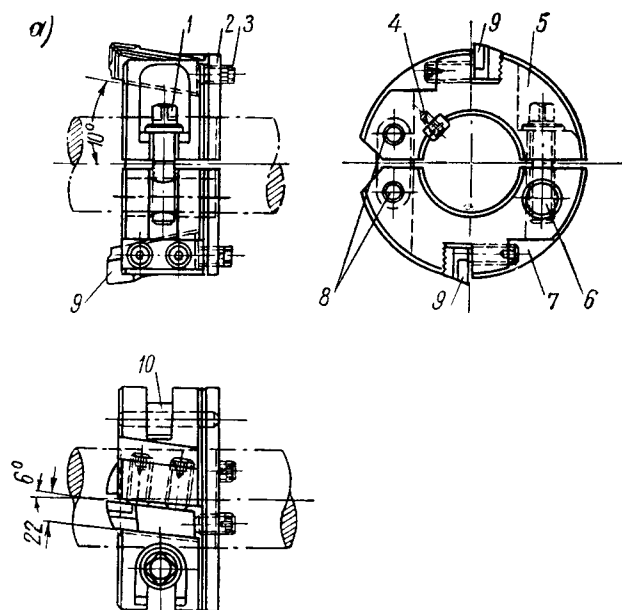
На фиг. 114, а изображена конструкция взаимозаменяемого разъемного резцового блока. Такие блоки применяются для одновременного растачивания ряда отверстий, имеющих одну геометрическую ось [27]. Корпус блока, несущий два резца 9, расположенных диаметрально противоположно, состоит из двух половин 5 и 7. Эти половины соединяются планкой 10, вращающейся на осях 8; с другой стороны закрепление производится откидным болтом 1, завернутым в ось 6. Точность взаимного расположения блоков достигается тщательной обработкой планки 10 и паза под нее (посадка скольжения 2-го класса точности). В кольце 2, приваренном к корпусу после фрезерования пазов под резцы (с образованием переднего угла 6° и угла наклона режущей кромки 3°), завернуты регулировочные винты 3. Шпонка 4 создает надежность положения блоков. Описанная конструкция разъемного блока внедрена на Краматорском заводе тяжелых станков. На фиг. 114, б показана схема установки блоков 1, 2, 3 и 4 для одновременного растачивания четырех отверстий.

При использовании разъемных блоков отмечаются следующие преимущества: повышение производительности (по сравнению с растачиванием резцами в 4—5 раз), высокая точность (благодаря шлифованию и затачиванию резцов собранного блока на специальной оправке), удобство установки блоков в любом месте, возможность перестановки резцов (связанных с корпусом рифлями) и т. д. Блоки применяются для растачивания отверстий, имеющих диаметры от 145 до 500 мм.

Кроме рассмотренных двухрезцовых блоков на Краматорском заводе тяжелых станков были применены также однорезцовые блоки с микрометрической регулировкой положения резца дифференциальным винтом. При использовании блоков достигается точность установки резцов до 0,01 мм.

На фиг. 115 представлен еще один пример применения взаимозаменяемого инструмента (однолезвийного блока) для растачивания отверстий. В этой конструкции резец 2, имеющий рифли

на боковой поверхности (с углом 90° и шагом 1 мм), соединяется винтом 5 с такими же рифлями, имеющимися на пластинке 4. Вылет резца выверяется вне станка от плоскости Б, которая

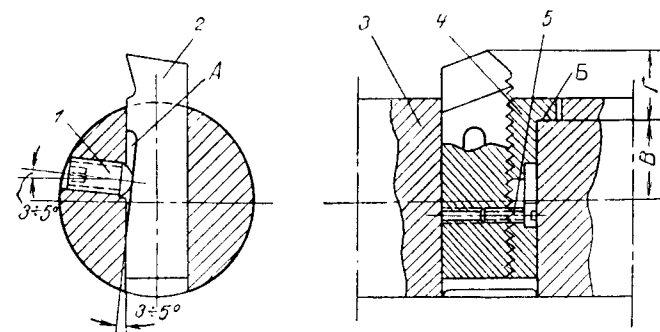


Фиг. 114. Расточной разъемный блок (а); схема установки блоков на оправке (б).

является базирующей при установке блока в скалку 3. Блок в скалке закрепляется винтом 1, опирающимся на площадку А, имеющую угол скоса $3 \div 5^\circ$, ввиду чего получается более плотное прилегание блока к базовой поверхности. Растачивание отверстий рассматриваемым блоком можно производить при допуске не менее

0,35 мм (предварительное растачивание), так как на размер В установлен допуск 0,1 мм и на размер Г — 0,05 мм.

Для ускорения настройки при непосредственной выверке в скалке положения резцов, в случаях чистового растачивания целесообразно применение индикаторного прибора (фиг. 116, а). В призме 1, устанавливаемой на скалку, перемещается ползун 3 по направляющим в форме ласточкина хвоста. В отверстии, расточенном в ползуне, с помощью микрометрического устройства 2 перемещается стержень 4, соединенный с рычагом 5, удерживающим индикатор 5. Стержень 4 после установки закреп-



Фиг. 115. Расточная скалка с бесподнастроечной установкой блоков.

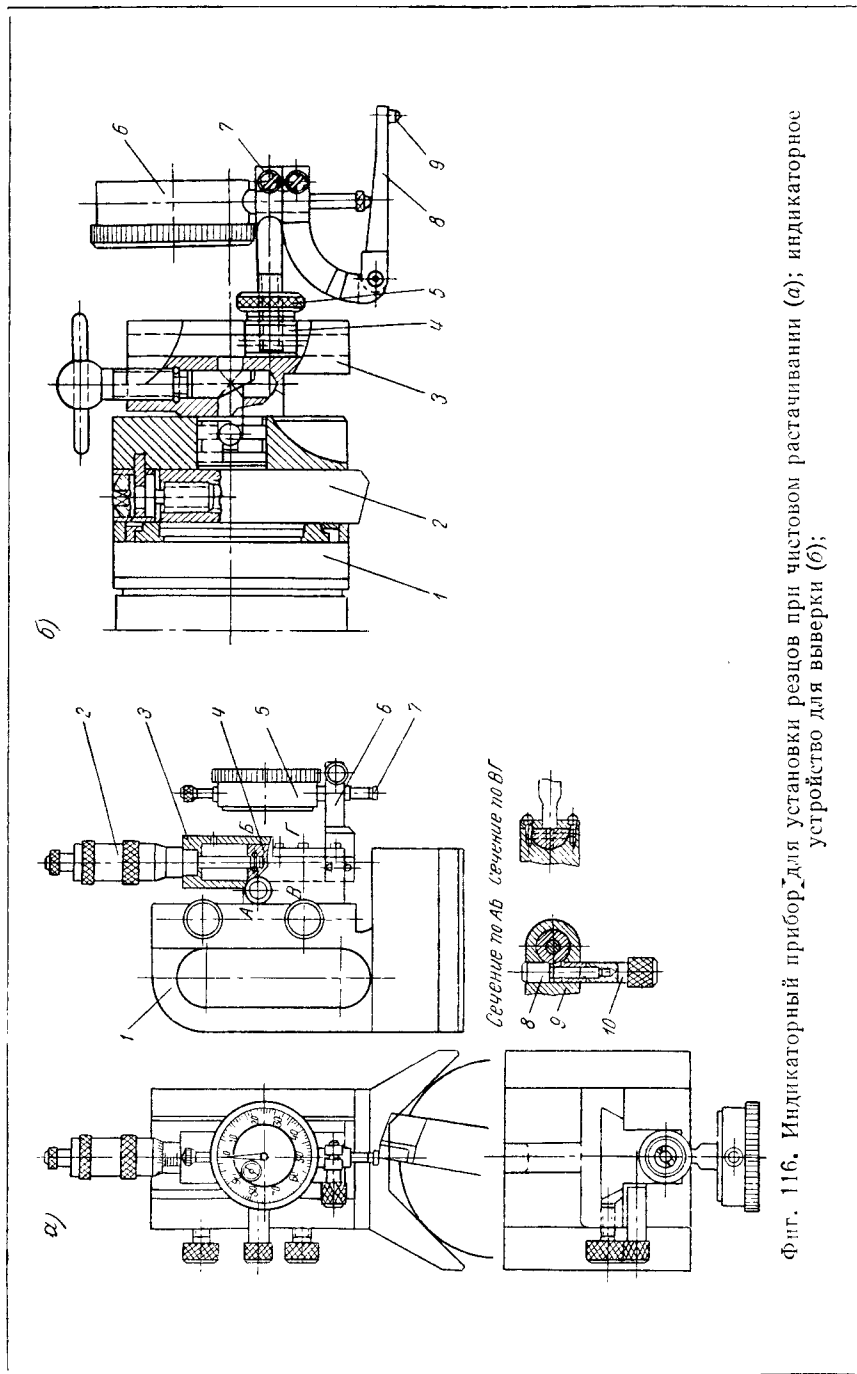
ляется гайкой 10, винтом 8 и втулкой 9. Для большего удобства индикатор оснащен наконечником 7 с плоским торцом. При использовании прибора перед окончательным растачиванием измеряют точно диаметр, полученный в результате предварительной обработки отверстия. Затем устанавливают индикатор на нуль (как указано на фиг. 116, а) и далее необходимую величину перемещения резца отсчитывают по индикатору.

Иногда требуется установить скалку 1 (фиг. 116, б) с закрепленным в ней взаимозаменяемым резцом 2 по центру предварительно обработанного отверстия.

В таких случаях выверку целесообразно производить индикатором 6, закрепленным в стойке 7, которая с помощью сухаря 4 и гайки 5 закрепляется в основании 3. С мерительным штифтом индикатора 6 соприкасается рычажок 8, а с отверстием, по которому производится выверка, контактируется стержнепек 9.

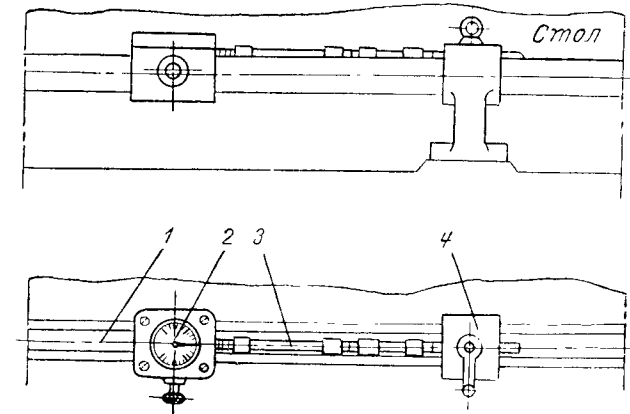
Другим способом выверки положения скалки является установка ее относительно стола станка по оправке и набору концевых мер. Такой способ выверки может быть использован также и при координатном растачивании.

В качестве устройств, механизмирующих получение межосевых расстояний с заданной точностью, целесообразно применять приспособления для координатного растачивания (фиг. 117—123).



Иногда для координатного растачивания достаточно применение отсчетных устройств, встроенных в станок. К таким устройствам относятся: линейки с нониусами, дающие точность отсчета размеров до $\pm 0,025$ мм, индикаторные упоры и лимбы, позволяющие отсчитывать размеры с точностью до $\pm 0,025$ мм. Нередко расточные станки оснащаются специальными устройствами для координатного растачивания с высокой точностью.

На фиг. 117 изображено индикаторное устройство стола станка. На вал 1 с призматической выемкой надет индикатор 2, поме-



Фиг. 117. Индикаторное устройство стола станка.

щенный в футляр. С правой стороны прикреплен упор 4. Между мерительным стержнем индикатора и упором 4 в призматическую выемку уложены штихмасы 3.

Такое же устройство применяется для установки подшипника задней стойки и шпиндельной бабки по высоте (фиг. 118). Вертикальный вал 2 устройства связан с колонной станка. По валу перемещаются индикатор 1 и упор 4, несущий концевой калибр 5. Штихмасы 6, укладываемые в призматическую выемку вала, удерживаются пружинными прихватами 3. Приблизженные отсчеты размеров производятся по шкале, нанесенной на валу 2.

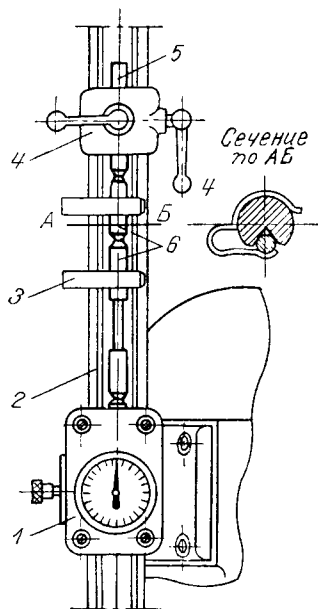
При работе по координатному методу применяются [27] микрометрический штихмас с пределом измерения от 50 до 75 мм и жесткие штихмасы с длинами: 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 325, 350, 375 и 400 мм. Мерительные поверхности на них делают обычно плоскими.

Достижимая точность при описанном методе (использование индикаторных устройств и штихмасов) в случаях обработки деталей на обычных расточных станках получается высокой: отнесенная к размерам по длине она составляет от $\pm 0,01$ до $\pm 0,02$ мм.

Для первоначальной установки шпинделя по отношению к базовым плоскостям обрабатываемой детали может быть применен

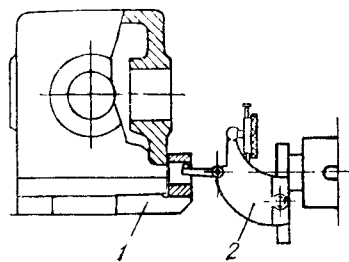
базовый угольник 1 (фиг. 119) и индикаторный центроискатель 2.

На Уралмашзаводе применяется координатное растачивание, при котором определенное положение стола и шпиндельной бабки обеспечивается фиксаторами [43]. К колонне станка прикреплены линейка 1 (фиг. 120), в которую запрессованы кондукторные втулки. Со шпиндельной бабкой станка связан кронштейн 2,



Фиг. 118. Индикаторное устройство со штихмасами для отсчета перемещений.

имеющий кондукторную втулку. Во время работы фиксатором 3, входящим в упомянутые втулки, достигается установка шпиндельной бабки в соответствующее положение. Линейка 5 для отсчета размеров в направлении другой оси координат прикреплена к плите 6, а кронштейн 4 — к колонне. Установка в определенном положении достигается фиксатором 7.



Фиг. 119. Применение базового угольника и индикаторного центроискателя.

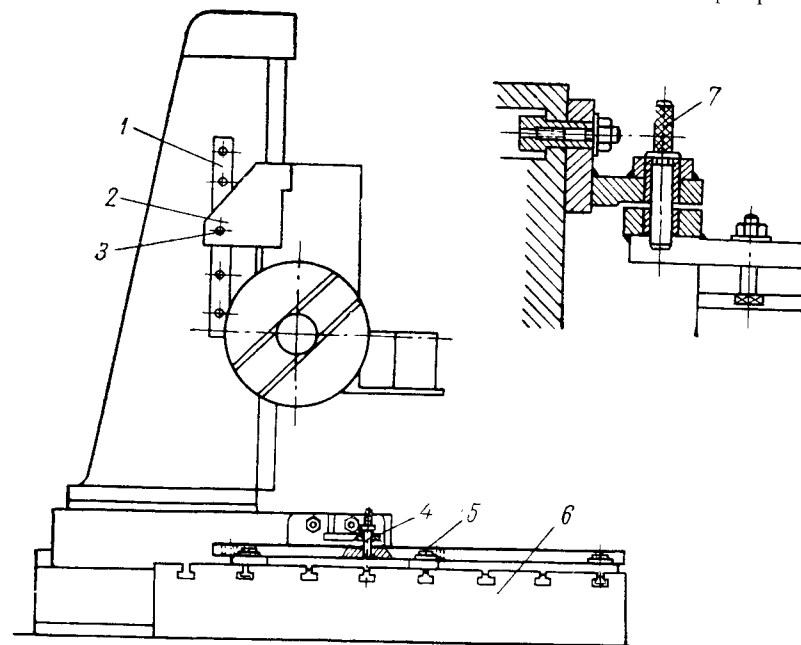
Рассмотренный метод фиксирования стола и шпиндельной бабки был успешно применен при обработке крупных деталей экскаваторов, в том числе правой и левой станины, а также корпуса редуктора подъемной лебедки. При этом была достигнута точность межосевых расстояний 0,1 мм.

При работе по координатному методу на расточных станках применяются также неподвижные регулируемые упоры, которые работают в сочетании с предохранительными муфтами.

Высокую точность (до 0,02 мм) установки шпиндельной бабки, стола и подшипника задней стойки можно обеспечить при использовании специальных оптических устройств. На фиг. 121 показано оптическое устройство, связанное со шпиндельной бабкой. К передней стойке 5 надежно прикрепляется масштабная линейка 4, изготавливаемая из прозрачного материала, имеющего малый коэф-

фициент линейного расширения. Для освещения линейки используется источник света 6, и изображение ее через оптическую проекционную систему 2 проектируется на экран 3, прикрепленный к шпиндельной бабке 1.

На фиг. 122 изображено оптическое устройство для установки столов поперечного 8 и поворотного 5 [42]. Для установки поворотного стола используется риска, нанесенная на прозрачной

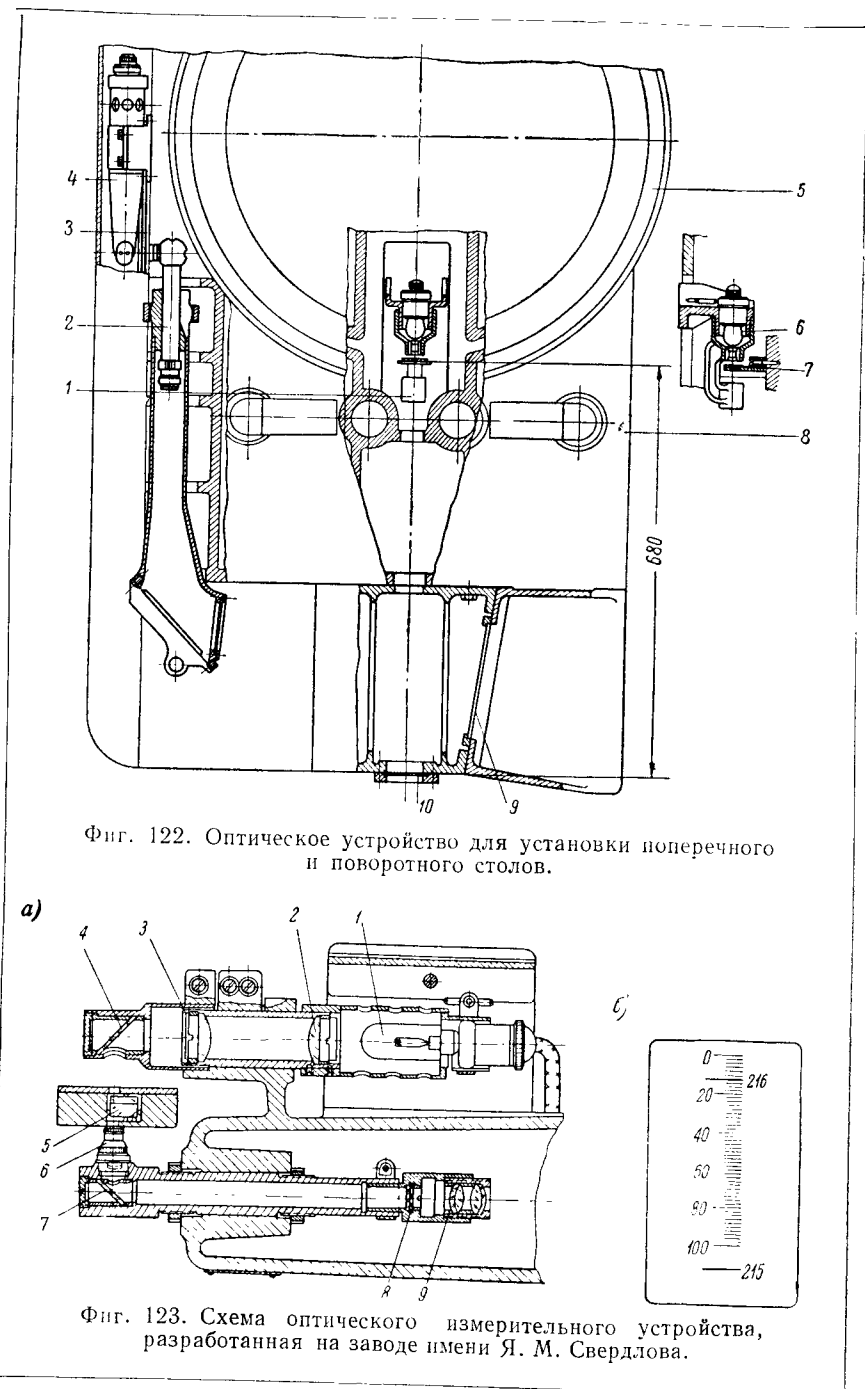
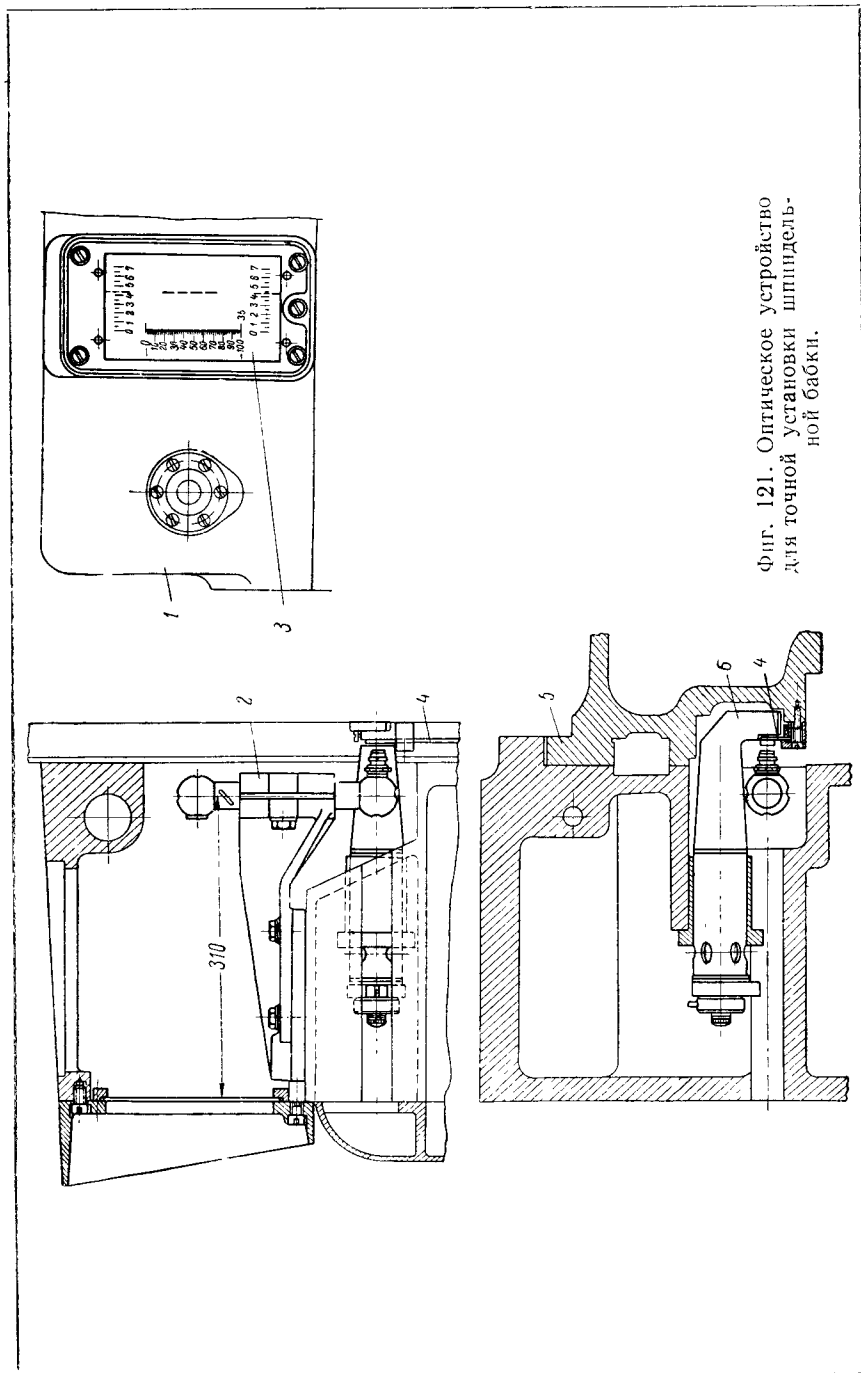


Фиг. 120. Устройства, примененные Уралмашзаводом для координатного растачивания.

пластинке 7. Освещенное источником света 6 изображение с помощью оптической проекционной системы 1 передается на экран 10. Продольные салазки устанавливаются по масштабной линейке 3 и с помощью осветительного 4 и проекционного 2 устройств ее изображение передается на экран 9.

На фиг. 123, а приведена схема оптического отсчетного устройства, разработанная на станкостроительном заводе имени Я. М. Свердлова и примененная в расточных станках для отсчета размеров до 1600 мм.

В устройстве свет от лампочки 1 проходит через конденсатор с двумя линзами 2 и 3 и, отражаясь от зеркала 4, попадает на неподвижную стеклянную линейку 5, на которой с большой точностью нанесены штрихи с расстоянием в 1 мм. За линейкой 5 пучок света проходит объектив 6 и отражается зеркалом 7 в окуляр 9. Между зеркалом и окуляром находится линза-нониус 8, на которой



имеется 50 делений, с ценой каждого деления 0,02 мм. Из окуляра изображение линейки 5 и нониуса 8 проектируется со стократным увеличением на экране, имеющем размеры около 100×150 мм.

На фиг. 123, б дано изображение экрана, на который попадают лишь два штриха линейки 5 (215 и 216); более мелкие штрихи являются изображением шкалы нониуса 8. При отсчете размеров действительную величину их получают суммированием наибольшей величины целых миллиметров, видимых на экране (в рассматриваемом случае 216 мм), с соответствующим количеством сотых долей миллиметров, отсчет которых производится от нуля (на фиг. 123, б — 0,12 мм). Таким образом, размер, изображенный на экране, составляет 216,12 мм.

Отсчет размеров на экране производится легко, быстро и точно, без какого-либо напряжения зрения.

Рассмотренные оптические устройства легко пристраиваются к станкам; если ими оснастить расточные станки, находящиеся в хорошем состоянии и жесткие, то их можно в ряде случаев использовать для координатного растачивания вместо специальных координатно-расточных станков.

21. Примеры обработки деталей на расточных станках и экспериментальные исследования

В качестве примера, иллюстрирующего механизацию обработки фасонных поверхностей, рассмотрим приспособление для обтачивания галтелей больших радиусов у подшипника Б (фиг. 124). Корпус приспособления 1 прикрепляется к фланцу шпинделя станка. С пазом корпуса связаны основание 2, в котором центрируется и закрепляется резцедержатель 3, несущий резец 4, и копир 5 (толщиной 40 мм), по пазу которого скользит дуговой выступ резцедержателя 3. Движение резцедержателю 3 сообщается от шпинделя 8 станка через оправку 7, шарнирную планку 6 и ось 9 с фланцем. Описанное приспособление может быть использовано для обработки галтелей с радиусами от 30 до 120 мм; при настройке его резец 4 выдвигается из резцедержателя на величину a , которая определяется по формуле:

$$a = R_0 - (R + b) \text{ мм,}$$

где R_0 — средний радиус паза копира;

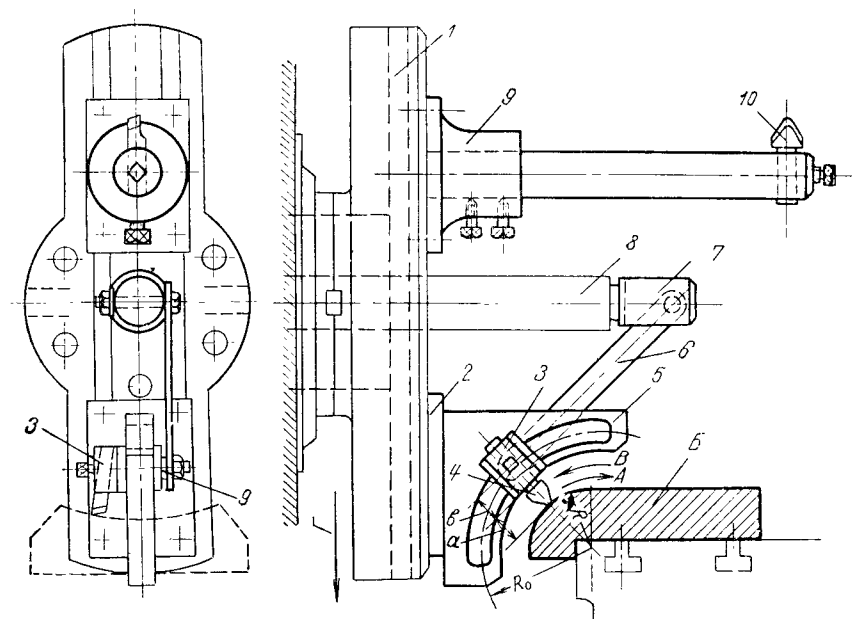
R — радиус обрабатываемой галтели;

b — расстояние от торца резцедержателя до среднего радиуса паза копира.

Во время работы выполняется одновременная обработка цилиндрической части и галтели. В то время как резцом 10 осуществляется чистовое растачивание, резцом 4, перемещаемым в направлении стрелки А, галтель обрабатывается с оставлением припуска 0,2—0,3 мм на чистовое обтачивание. После установки

резца 4 на соответствующую глубину резания производится чистовое обтачивание с подачей $s = 0,6—0,7$ мм/об, перемещением резца от средней части к торцевой (в направлении стрелки В). Обработка завершается подрезанием торца подшипника, осуществляемого перемещением шпиндельной бабки в вертикальном направлении (по стрелке Г).

Приспособление предложено С. В. Андрушко и применено на заводе «Коминтерн» в Днепропетровске.

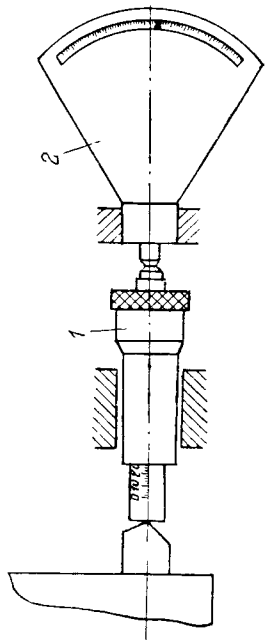


Фиг. 124. Приспособление для автоматического обтачивания галтелей больших радиусов.

Представляют интерес методы работы, примененные новатором-расточником А. В. Марышевым. Он работает одновременно на двух расточных станках, широко практикуя метод координатного растачивания. При обработке первой детали партии А. В. Марышев составляет таблицу с размерами координат, которой в дальнейшем руководствуется при обработке остальных деталей партии. А. В. Марышев успешно обрабатывает детали с допусками на расстояние между осями отверстий 0,03—0,05 мм. Он применяет зенкеры и другие инструменты рациональной конструкции. Работа А. В. Марышева характеризуется постоянным перевыполнением норм на 250—300%.

Экспериментальные исследования, связанные с получением точных размеров при растачивании, были проведены в ЛПИ имени М. И. Калинина [50]. Опытным путем проверялась погреш-

ность, возникающая при установке резца на стружку на вертикальном станке, специально приспособленном для тонкого растачивания. Установка производилась с помощью приспособления (фиг. 125), оснащенного штихмасом 1 и миниметром 2 с ценой деления 0,002 мм. Найдено, что погрешность установки на стружку, отнесенная к диаметру, составляет $\sim 0,011$ мм.



Фиг. 125. Приспособление для установки на размер, оснащенное миниметром.

Суммарная величина погрешности несколько ниже допуска 2-го класса (0,035 мм). Чистота поверхности получилась 7-го класса по ГОСТ 2789—51.

Из приведенных выше данных следует, что основной составляющей погрешности является $\Delta_{\text{кон}}$, т. е. величина, появляющаяся в результате износа резца.

На этом же станке растачивались отверстия в массивных заготовках из Ст. 5. Диаметры отверстий принимались в пределах от 85 до 90 мм при длине 220 мм. Резцы, оснащенные пластинками твердого сплава, имели геометрию: $\gamma = 0$; $\alpha = 15^\circ$; $\lambda = 0$; $\varphi = 60^\circ$; $\varphi_1 = 20^\circ$; $r = 0,5$ мм. Режим резания был принят: $t = 0,1$ мм; $s = 0,05$ мм/об и $v = 150$ м/мин.

Общая погрешность при обработке, включая и износ резца, получилась:

$$\Delta = \Delta_{\text{кон}} + \Delta_{\text{ов}} + \Delta_{\text{уст. стр}} = 0,014 + 0,005 + 0,005 = 0,024 \text{ мм,}$$

где $\Delta_{\text{кон}}$ — конусность расточенного отверстия;

$\Delta_{\text{ов}}$ — овальность расточенного отверстия;

$\Delta_{\text{уст. стр}}$ — погрешность установки на стружку.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

МЕХАНИЗИРУЮЩИЕ И АВТОМАТИЗИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ФРЕЗЕРНЫХ И СТРОГАЛЬНЫХ СТАНКОВ

Фрезерные станки широко применяются на отечественных машиностроительных заводах. Скоростное фрезерование нашло повсеместное применение при обработке деталей самых разнообразных классов. В связи с этим, для дальнейшего повышения производительности, большое значение приобретает применение приспособлений прогрессивных конструкций, постоянных настроек, механизмирующих и автоматизирующих устройств.

Строгальные станки в значительно меньшей степени, чем станки других групп, оснащаются устройствами для механизации и автоматизации обработки. Это объясняется, повидимому, малыми сериями деталей, обрабатываемых на станках этой группы, и большим удельным весом машинного времени.

22. Механизирующие устройства для фрезерных станков

В соответствии с классификацией (схема 1) характерными для станков рассматриваемой группы являются устройства: ускоряющие настройку станков, механизмирующие установку и закрепление обрабатываемых деталей, а также механизмирующие управление и обслуживание станка.

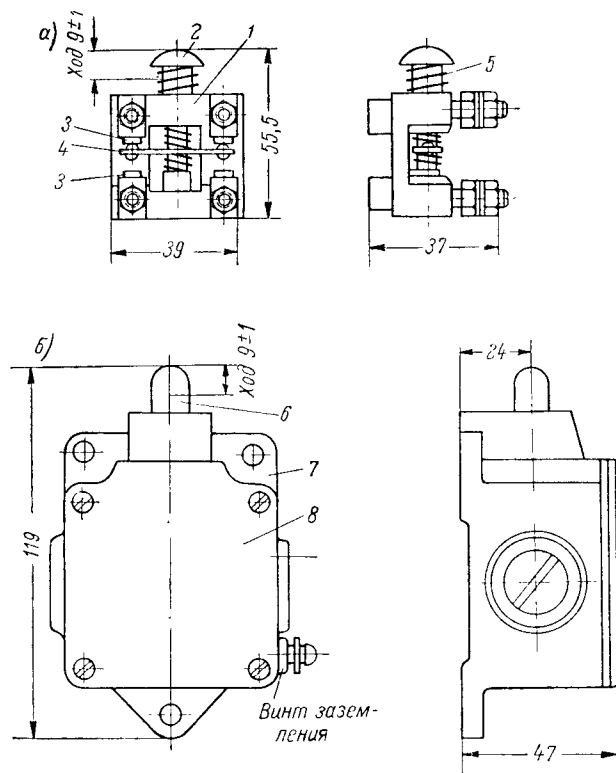
Устройства, механизмирующие установку и закрепление обрабатываемых деталей, к которым относится большое количество приспособлений разнообразных конструкций, — многоместных, кассетных, для непрерывного фрезерования и др. имеют широкое распространение и подробно описаны в литературе [1, 12, 13, 16, 48], поэтому они нами не рассматриваются.

К простейшим устройствам, ускоряющим настройку, относятся установочные и щупы для них. Размеры для высотных установочных берутся по ГОСТ 4091—48 и для угловых — по ГОСТ 4092-48.

В качестве примеров устройств, механизмирующих управление и обслуживание станка, ниже приводится описание путевых переключателей и низковольтных упоров.

Путевые переключатели (конечные выключатели) применяются для переключения скорости и ограничения движения перемещающихся узлов станка; они бывают простого и мгновенного действия, с самовозвратом и без него.

К путевым переключателям простого действия относятся переключатели типов ВК-100, ВК-111 и ВК-411 (фиг. 126, табл. 15).



Фиг. 126. Путевые переключатели простого действия типа ВК-411.

Переключатели типа ВК-411 широко применяются взамен переключателей типа ВК-111. В переключателях ВК-411 имеются кнопочные элементы с одним нормально закрытым и одним нормально открытым контактами. В процессе работы штифт 6 (фиг. 126, б) нажимает на шток 2 (фиг. 126, а), который опускается и увлекает контактный мостик 4, в результате чего одна пара неподвижных контактов 3 размыкается, а вторая замыкается. Основание 1 и шток 2 — карболитовые. Каждый из элементов (фиг. 126, а) помещается в чугунный кожух 7 (фиг. 126, б), закрытый крышкой 8, что способствует предохранению от попадания пыли и брызг. Во время работы стальной штифт 6 под действием

Переключатели типа ВК-411 и ВК-211

Тип переключателя	Имеющиеся контакты	Возврат в исходное положение	Ход штока в мм или поворот рычага в градусах	Нагрузка контактов при напряжении 380 в		
				длительный ток в а	ток включения в а	мощность размыкания в а
ВК-411	1 нормально открытый 1 нормально закрытый	С самовозвратом	9±0,1	6	20	2000
ВК-211	1 нормально открытый 1 нормально закрытый					

кулачка или упора опускается. В исходное положение шток 2 возвращается пружиной 5.

Переключатели простого действия рекомендуется применять при скоростях движения стола или супорта, больших или равных 0,4 м/мин. Если же скорости меньше 0,4 м/мин, следует применять путевые переключатели мгновенного действия типа ВК-211, (фиг. 127; табл. 15).

В этих переключателях осуществляется быстрое перебрасывание контактных мостиков за счет введения в конструкцию ускоряющего механизма.

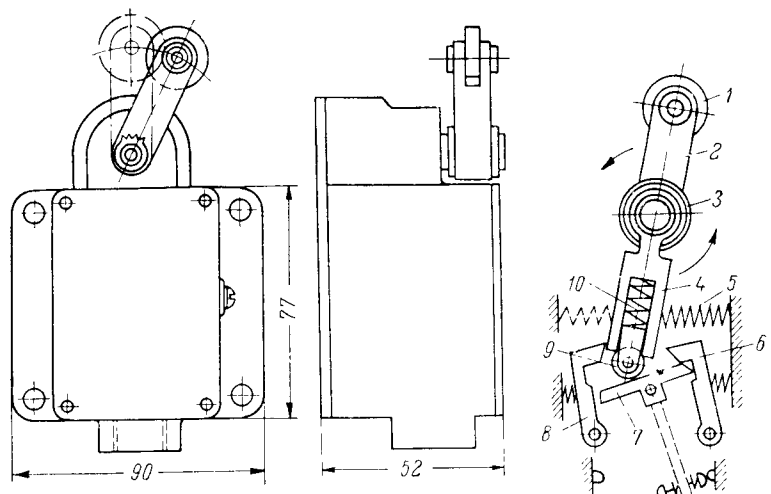
Когда кулачок или упор нажимает на ролик 1, поворачивается рычаг 2 и одновременно ленточными пружинами 3 поворачивается поводок 4. Ролик 9 (державка которого помещается внутри поводка 4) под действием пружины 10 начинает перемещаться по планке 7, что сопровождается отводом рычажков 6 и 8 и переключением планкой 7 контактов. Пружиной 5 подвижная часть переключателя возвращается в исходное положение, т. е. осуществляется самовозврат.

Если кулачок или упор должны в процессе работы нажимать на ролик 1 с другой стороны, то пружина 5 переставляется в положение, показанное пунктиром.

Наряду с описанными в последнее время стали применять переключатели типа ВК-311А с нормально открытыми и нормально закрытыми контактами; их устройство имеет сходство с устройством переключателей типа ВК-211.

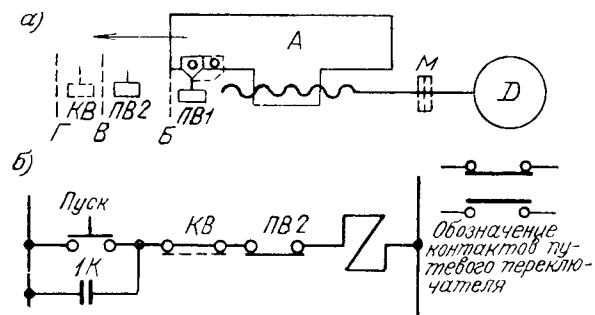
Обычно путевые переключатели работают безотказно (не требуется зачистка контактов и т. д.) с числом включений 10^6 и более.

При неисправности возможны серьезные аварии, для предупреждения которых требуется проведение следующих мероприятий.



Фиг. 127. Путьевые переключатели мгновенного действия типа ВК-211.

Если при движении узла *A* станка (фиг. 128, *a*) из положения *B* в положение *B* переключатель *ПВ2* не сработает, то полезно иметь установленный сзади него аварийный конечный переключатель *КВ*, который прекращает работу, причем узел переместится до положения *Г*.



Фиг. 128. Схема использования путейой электроавтоматики станков.

чатель *КВ*, который прекращает работу, причем узел переместится до положения *Г*.

В процессе работы узел *A*, перемещаясь, нажимает упором на контактор. Некоторое время движение происходит с прежней скоростью, до момента выключения контактором электродвигателя. Затем идет замедленное, по инерции, перемещение узла *A*.

При проведении расчетов, связанных с определением получаемого в результате обработки точного размера, необходимо

знать время, в период которого осуществляется движение по инерции. Это время определяется по формуле [35]:

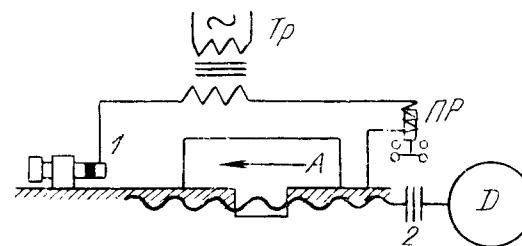
$$T = \frac{GD^2 n_n}{375 M_c},$$

где GD^2 — маховой момент системы, приведенный к валу электродвигателя;

n_n — номинальное число оборотов электродвигателя в минуту;

M_c — момент статического сопротивления, определяемый в цепях подачи, главным образом, силами трения.

Увеличение точности срабатывания может быть достигнуто за счет уменьшения махового момента системы и увеличения



Фиг. 129. Схема точного останова с низковольтным упором.

момента статического сопротивления. Для уменьшения первого рекомендуется отсоединить кулачковой или фрикционной муфтами *M* (фиг. 128, *a*) при срабатывании путейого переключателя ротор электродвигателя *D* от кинематической цепи. Величина момента M_c , зависящая от состояния трущихся поверхностей и смазки, уменьшается путем электрического или электромеханического торможения. На фиг. 128, *b* показана электросхема к фиг. 128, *a*.

В небольших фрезерных станках, при помощи путейых переключателей, без торможения мотора противовключением, обеспечивается точность ограничения хода стола $\pm 0,02$ – $0,03$ мм, а в шпоночно-фрезерном — даже до $\pm 0,01$ – $0,02$ мм. Такая высокая точность объясняется небольшим весом стола, малым маховым моментом ротора электродвигателя и низкими скоростями подачи.

Более точное ограничение перемещения узлов станка можно получить, применяя низковольтные упоры (фиг. 129; [35]). Узел *A*, перемещаясь по направлению стрелки, нажимает на жесткий упор *1*, головка которого должна быть изолирована от станины станка. Происходит замыкание цепи вторичной обмотки трансформатора *Тр*, срабатывает промежуточное реле *ПР* и выключается электродвигатель.

При замыкании станина станка включается в электрическую цепь; безопасность работы достигается понижением напряжения

трансформатором до 36 в и ниже. В цепь введена фрикционная муфта 2, отключающая электродвигатель, благодаря чему уменьшается усилие при соприкосновении узла А с жестким упором.

В описанном устройстве некоторые затруднения могут возникнуть с выбором изолирующего материала, который должен быть твердым и хорошо противостоять ударным нагрузкам. Это затруднение может быть устранено сочетанием работы обычного жесткого упора и путевого переключателя, причем последний должен отключать электродвигатель раньше, после чего подход узла А к упору происходит по инерции. Момент выключения электродвигателя и соответственно место установки его должны быть тщательно определены.

23. Автоматизация циклов обработки на фрезерных станках

Для этой цели применяются механизмы ускоренного перемещения столов, а также механические, гидравлические и пневмогидравлические устройства, автоматизирующие цикл обработки в целом.

На фиг. 130 показана схема механизма ускоренного хода стола консольно-фрезерного станка, в котором имеется муфта обгона, введенная в цепь для устранения переключения муфт. На схеме даны: консоль 1, двусторонняя муфта 2, обгонный механизм 3, электродвигатель 4, коробка передач 5 со сменными колесами и приводной вал коробки передач 6.

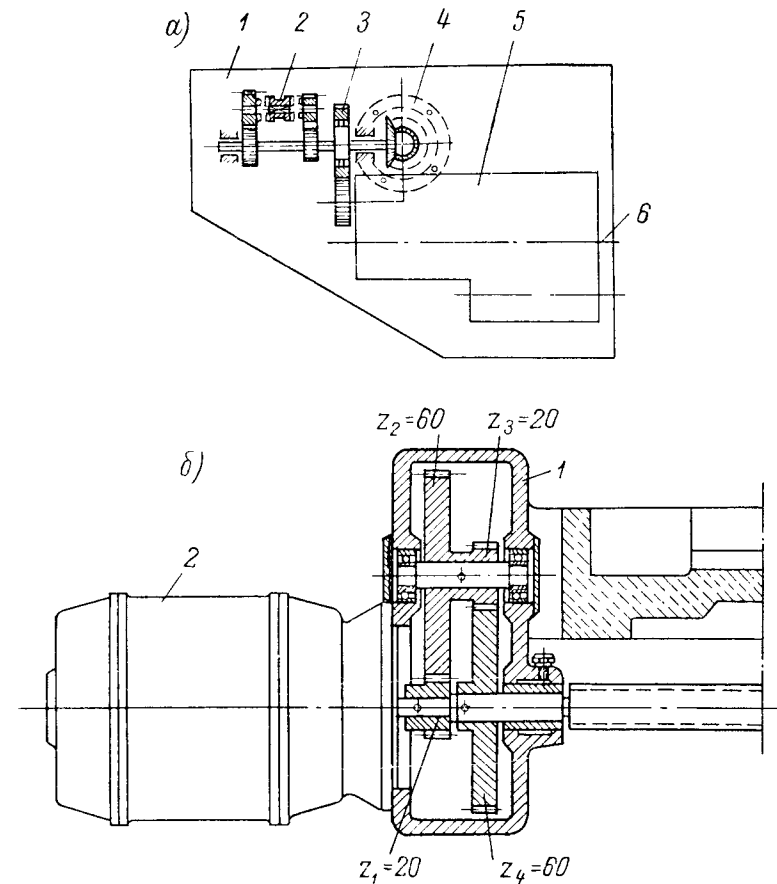
На фиг. 130, б изображен более простой вариант механизма для ускоренного перемещения стола станка. В этом случае корпус 1 устройства прикрепляется к столу станка, а к корпусу крепится фланцевый электродвигатель 2. Внутри корпуса имеются две пары шестерен с передаточным отношением:

$$i = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} = \frac{20 \cdot 20}{60 \cdot 60} = \frac{1}{9}.$$

На фиг. 131 изображен привод ускоренного перемещения стола станка ТВС-1, введенный в конструкцию последнего при модернизации. К торцевой части стола 1 прикреплен корпус 2 механизма, к которому привернут электродвигатель 5. На конец ходового винта 7 посажено на шпонку и закреплено гайкой 4 косозубое колесо 3, сцепляющееся с колесом 6, связанным с электродвигателем 5.

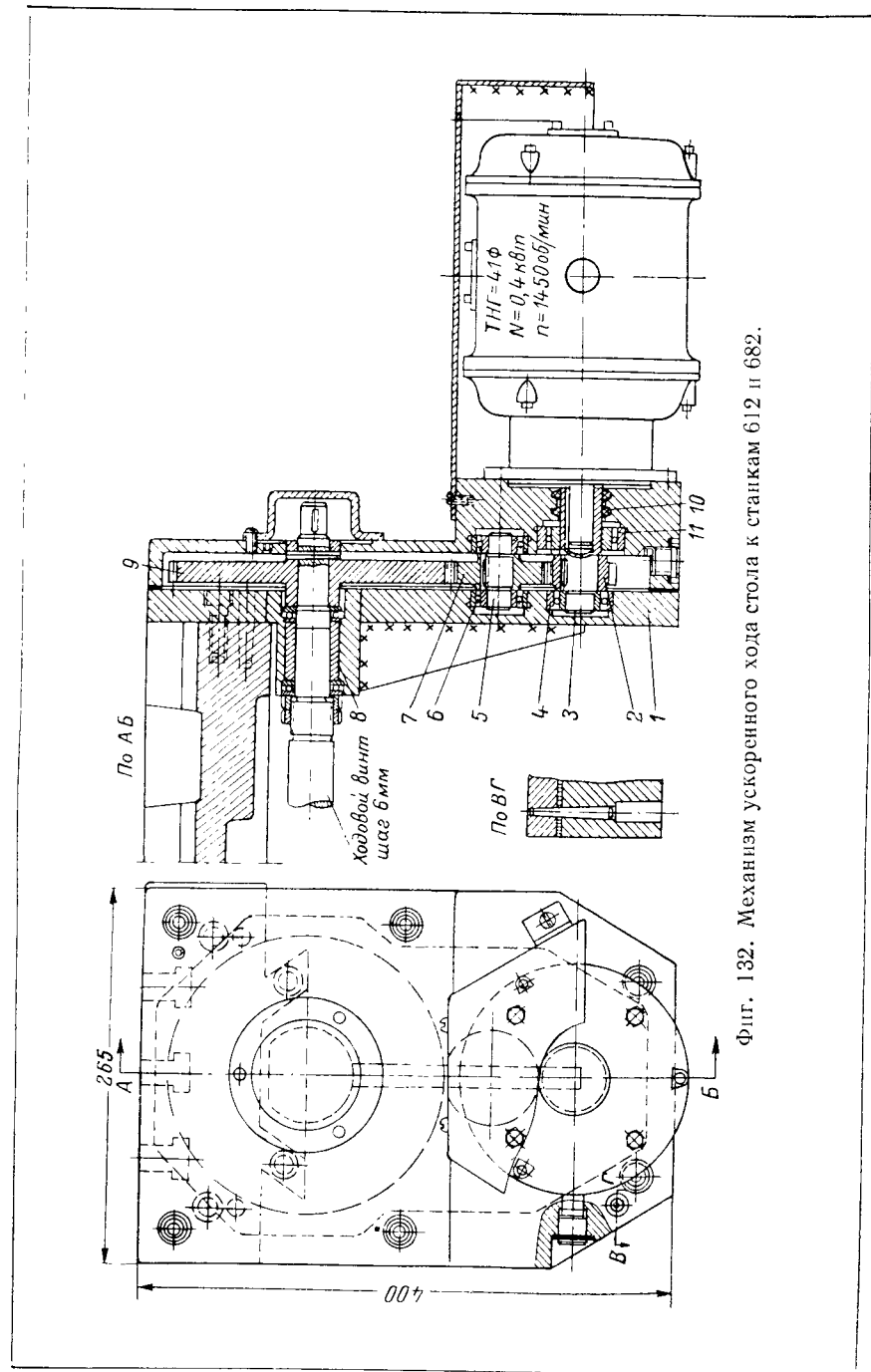
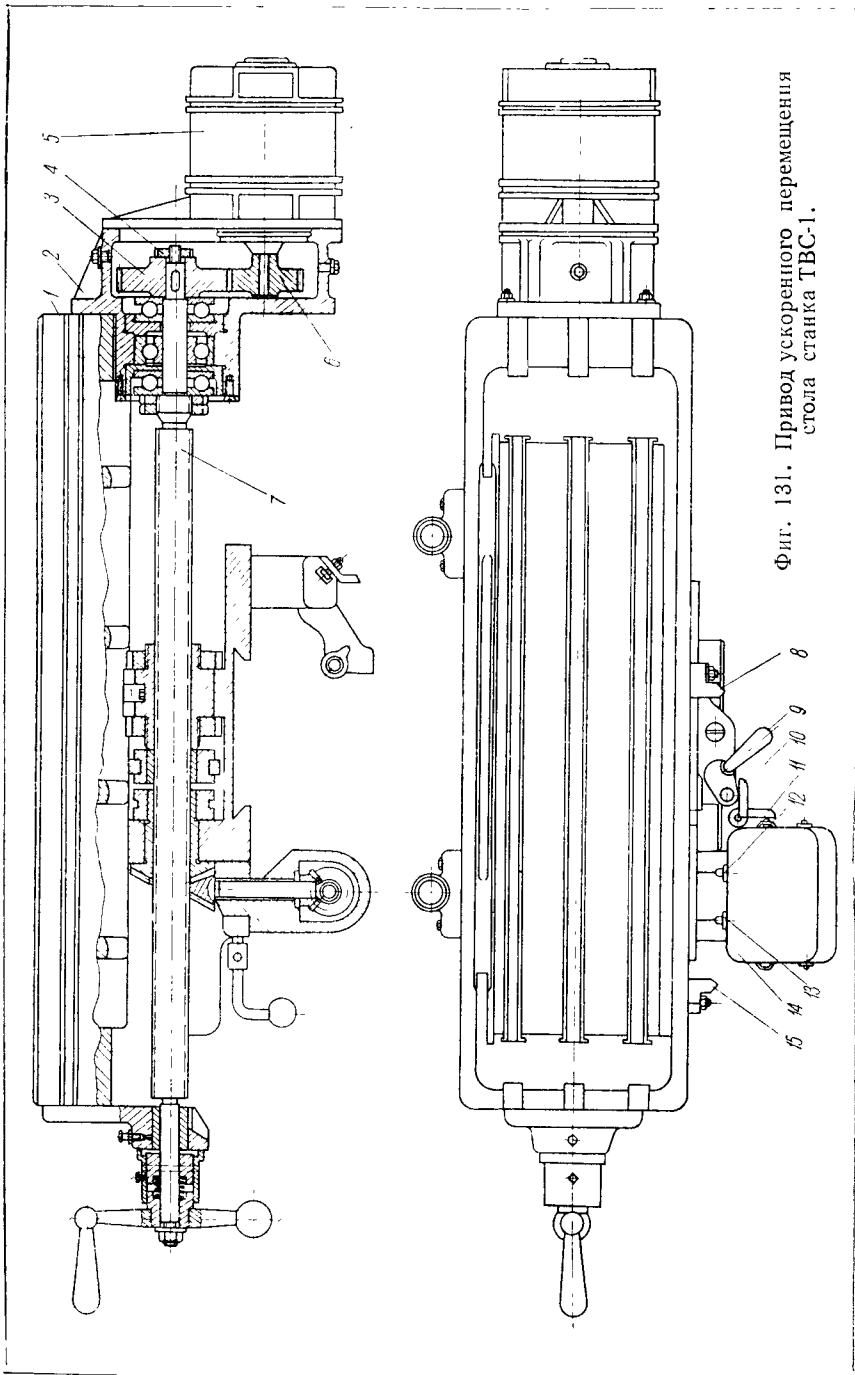
При включении станка включается и механизм ускоренного перемещения стола; осуществляется ускоренный (со скоростью 4,5 м/мин) подвод детали к фрезе. В определенном месте упор 15 нажимает на штифт конечного выключателя 13, смонтированного в корпусе 14, что сопровождается выключением электродвигателя ускоренного хода. Вслед за этим фрезеровщик поворотом рукоятки 9 включает рабочую подачу. В момент завершения обработки упор 10 переводит рукоятку 9 в нейтральное положение, что

сопровождается нажимом на штифт конечного выключателя 11; включается электродвигатель 5, и стол станка на ускоренном ходу возвращается в исходное положение. Движение завершается в тот момент, когда упор 8 нажмет на штифт конечного выключателя 12.



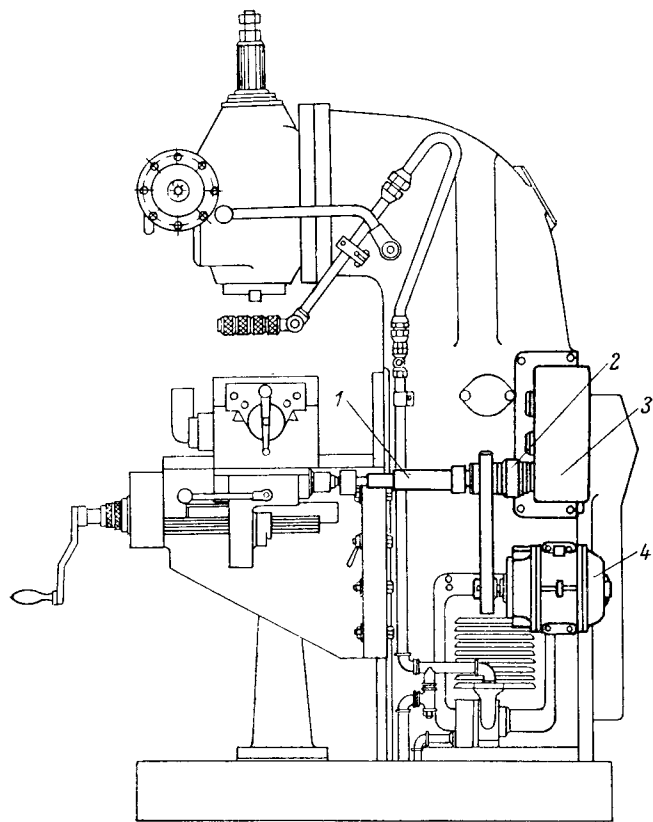
Фиг. 130. Схема механизма ускоренного хода стола консольно-фрезерного станка (а); механизм ускоренных перемещений стола фрезерного станка (б).

На фиг. 132 показан механизм ускоренного хода стола к станкам 612 и 682, предложенный ЭНИМС [40]. Он имеет отдельный фланцевый электродвигатель ($N = 0,4 \text{ квт}$ и $n = 1400 \text{ об/мин}$) и редуктор и устанавливается на место торцевого кронштейна стола. Основной электродвигатель включается и выключается пакетным выключателем, установленным на салазках или на консоли. Отключение электродвигателя ускоренного хода



производится упором, выключающим кулачковую муфту, которая соединяет цепь подач с ходовым винтом.

При применении механизма скорость ускоренного хода стола достигает 2000 мм/мин. Основные детали механизма следующие: плита 1, зубчатое колесо 2 ($z = 24$, $m = 2$ мм), валик 3, шарикоподшипник 4 (№ 204) валик 5, шарикоподшипник 6 (№ 203),



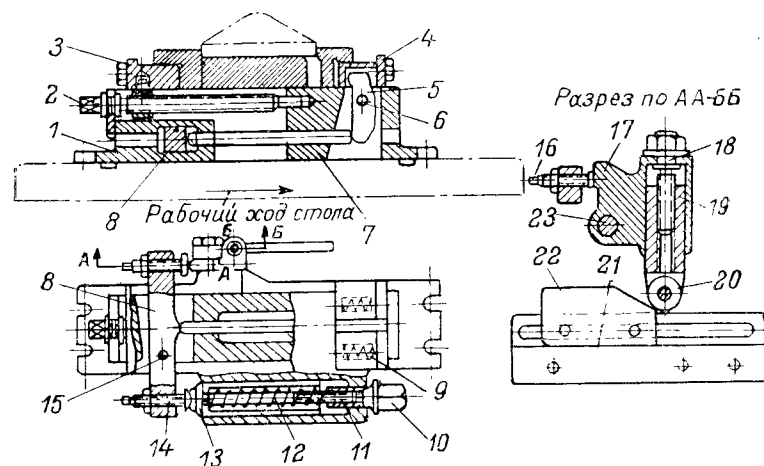
Фиг. 133. Механизм ускоренного хода стола консольно-фрезерного станка.

зубчатое колесо 7 ($z = 34$, $m = 2$ мм), втулка 8, зубчатое колесо 9 ($z = 100$, $m = 2$ мм), шарикоподшипник 11, плита 10, картонная прокладка.

На фиг. 133 изображен станок 610М, в котором ускоренный ход осуществляется от электродвигателя 4 ($N = 1,3$ кВт и $n = 1000$ об/мин), через цепную передачу и двустороннюю муфту обгона 2, помещенную между коробкой подач 3 и телескопическим валиком 1.

Описание нескольких конструкций устройств, предназначенных для автоматизации цикла обработки деталей, приведено ниже.

На фиг. 134 показаны тиски (сконструированные А. Н. Лебедевым для фрезерных станков), с помощью которых при обратном ходе стола станка происходит автоматическое закрепление обрабатываемых деталей [52]. Процесс закрепления производится следующим образом. В приливе корпуса 1 (отливка из сталитового чугуна) тисков перемещается плунжер 13 под действием пружины 12. Нажимное усилие пружины величиной до 500 кг регулируется гайкой 10, накручиваемой на стержень 11. Плунжер 13, переме-



Фиг. 134. Тиски, обеспечивающие автоматическое закрепление обрабатываемых деталей.

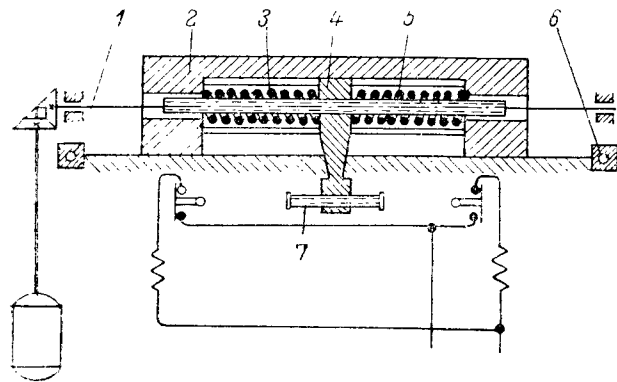
щаясь влево и нажимая на сферическую головку болта 14, поворачивает вокруг оси 15 рычаг 8, который передвигает в продольном направлении шток 7; рычаг 5 поворачивается вокруг оси 6 и перемещает подвижную губку 4 тисков (имеющую ход 6 мм), в результате чего обрабатываемая деталь закрепляется. Величина зажимного усилия, благодаря рациональному соотношению плеч рычагов 8 и 5, достигает 1500 кг.

Когда стол станка после фрезерования возвращается в исходное положение, ролик 20, вращающийся на оси в вилке 19, встречая упор 22, закрепленный в определенном месте на пластинке 21 (привернута к поперечным салазкам), поворачивает рычаг 17 вокруг оси 23. Своим выступом рычаг 17 нажимает на головку болта 16; рычаг 8 поворачивается, принимая начальное положение, и под действием пружин 9 губка тисков отходит от обрабатываемой детали.

Губка 3 тисков, остающаяся неподвижной во время работы, может перемещаться винтом 2 при установке на размер на длину до 200 мм. Винтом 18 регулируется положение ролика 20 по высоте.

Тиски были использованы при обработке деталей на горизонтально-фрезерном станке модели 6Г82, причем установлено, что время, затрачиваемое на установку, закрепление и снятие детали сокращается в 6,5 раз по сравнению с расходом времени при работе с тисками, имеющими обычное винтовое закрепление. Отмечено также надежное положение в тисках стальных деталей при фрезеровании их с глубиной резания до 8 мм.

На фиг. 135 показана схема автоматизации фрезерного станка с комбинированным электромеханическим устройством. Здесь гайка 4 ходового винта связана со столом 2 посредством пружин 3



Фиг. 135. Схема автоматизации фрезерного станка.

и 5, натяжение которых должно быть отрегулировано по наибольшему усилию подачи. На станке имеются упоры 1 и 6. Стол при перемещении влево, дойдя до жесткого упора 1, остановится, но винт станка продолжает вращаться и гайка наворачивается на него, сжимая при этом пружину. Контактный винт 7, дойдя до путевого переключателя, нажимает на него и происходит выключение или реверсирование электродвигателя. Время выдержки в концах хода обеспечивается регулированием контактных винтов 7 в маточной гайке. При использовании устройства следует применять жесткие пружины 3 и 5, так как в противном случае может получиться неравномерная подача.

Обоснованному применению описанного, а также и других автоматизирующих устройств необходимо предпослать вычисление величины максимального тягового усилия на ходовом винте. Расчет его применительно к работе торцевой фрезой на вертикальном станке производится по следующей формуле [42]:

$$Q = f(z + ky) + (1 + k_1)x \text{ кг},$$

где f — приведенный коэффициент трения в направляющих; принимается 0,2;

z — усилие, направленное перпендикулярно к плоскости стола; $z = 0,35 P_{\text{окр}} - 2 G$ ($2G$ принимается равным удвоенному весу стола);

y — боковое усилие, стремящееся сдвинуть стол в поперечном направлении; $y = P_{\text{окр}}$;

k — коэффициент, учитывающий трение и перекосы от действия силы y ; значения k принимаются: 1 (для прямоугольных направляющих) и 2 (для направляющих, имеющих форму ласточкина хвоста);

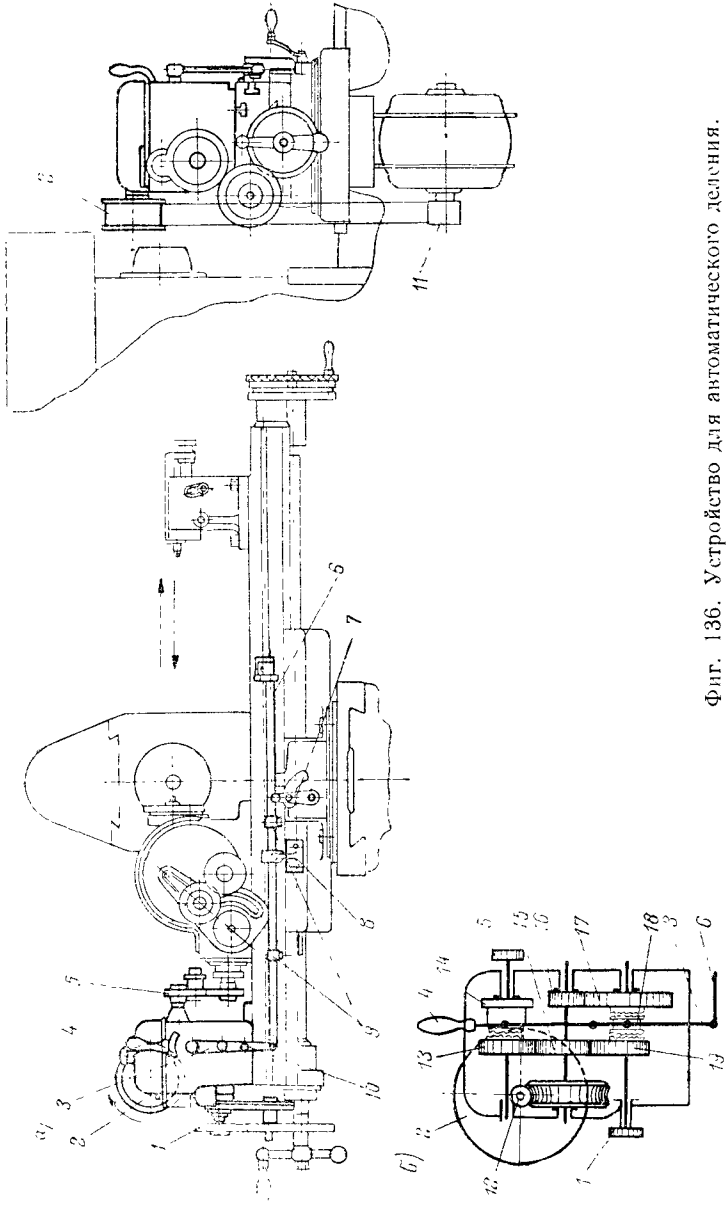
x — усилие, действующее на стол и развиваемое в направлении подачи; $x = (0,4-0,6) P_{\text{окр}}$; колебания значений x связаны с положением обрабатываемой детали относительно оси фрезы;

k_1 — коэффициент, учитывающий трение и перекосы от действия силы x ; для направляющих, имеющих форму ласточкина хвоста, $k_1 = 0,4$.

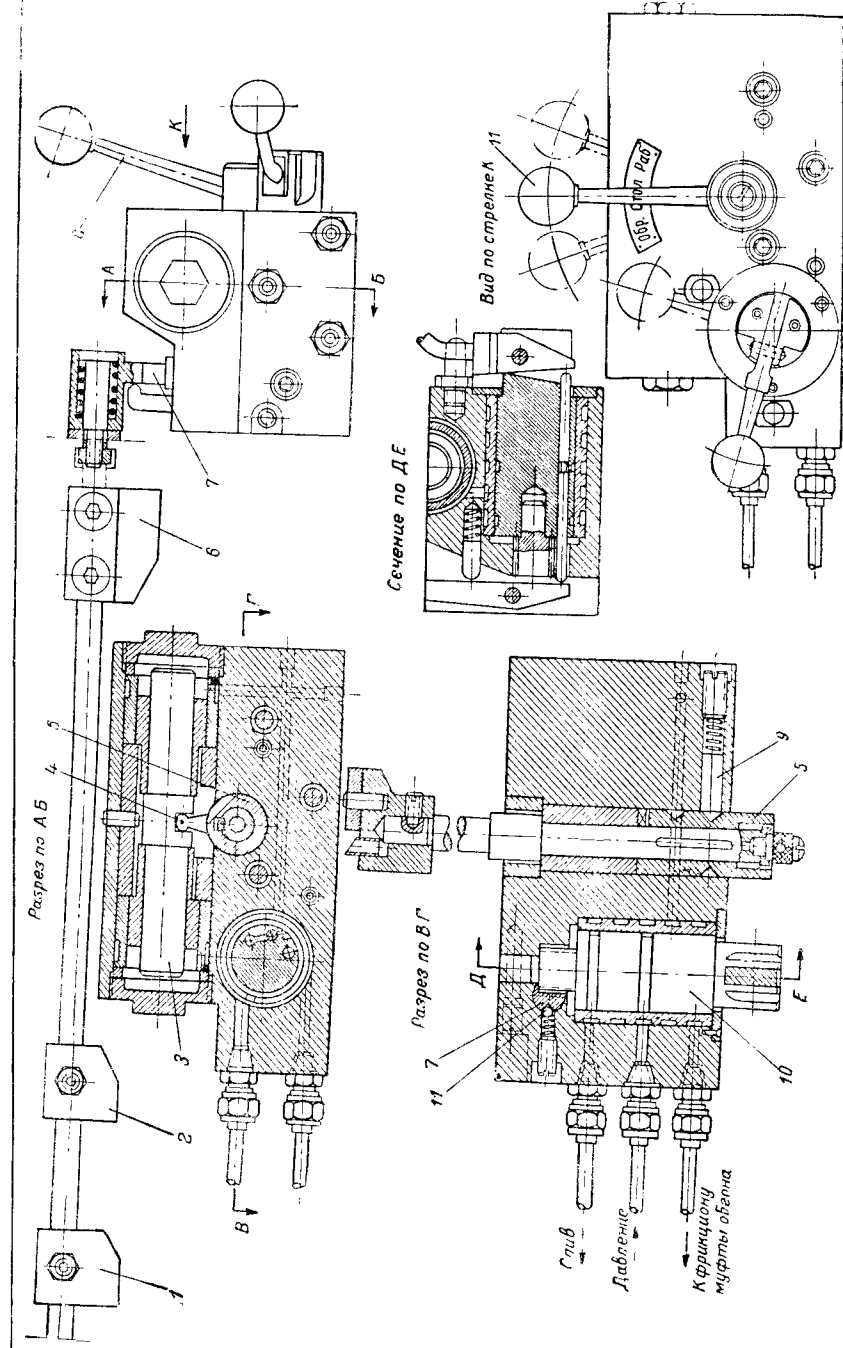
Часто для автоматизации цикла обработки применяются специальные делительные устройства [11, 12].

Рассмотрим одно из таких автоматических устройств, показанное на фиг. 136, а и его кинематическую схему, изображенную на фиг. 136, б. Вращение устройству сообщается от отдельного электродвигателя, со шкива 11, ремень которого переброшен на шкив 2. Вращение ходовому валу передается через зубчатые колеса 1, а делительной головке колесами 5 (с передаточным отношением $i = 1$). Внутри корпуса устройства имеется червяк 12 (вращение которому сообщается шкивом 2), передающий вращение червячной шестерне, а затем через цилиндрические шестерни 15, 17, 16 и далее через зубчатую передачу 1 — ходовому винту. Муфтами 14 и 18 осуществляются соответствующие переключения, производимые рычагом 3, поворачиваемым штангой 6. На последнюю надеты регулируемые упоры 9, встречающиеся с неподвижным упором 8. Реверсирование движения с рабочего на ускоренное холостое производится рычагом 7, переключаемым имеющимися на станке упорами. Ручное переключение рычага 3 осуществляется рукояткой 4, а изменение плеча этого рычага — перестановкой пальца 10.

На фиг. 136, б изображены муфты 14 и 18 в нейтральном положении. Начало рабочего хода характеризуется крайним левым положением штанги 6 и в этом случае через шестерни 16, 17 и муфту 18 передается вращение ходовому винту. В конце рабочего хода, что соответствует крайнему правому положению штанги 6, происходит переключение и через шестерни 15—19, муфту 18 и ходовой винт стола станка сообщается ускоренный ход. В это время муфта 14 оказывается не соединенной с зубчатым колесом 13. Вслед за завершением холостого хода муфта 14, а вместе с ней шестерня 5 и делительная головка включаются штангой 6; происходит поворот обрабатываемой детали на требуемый угол.

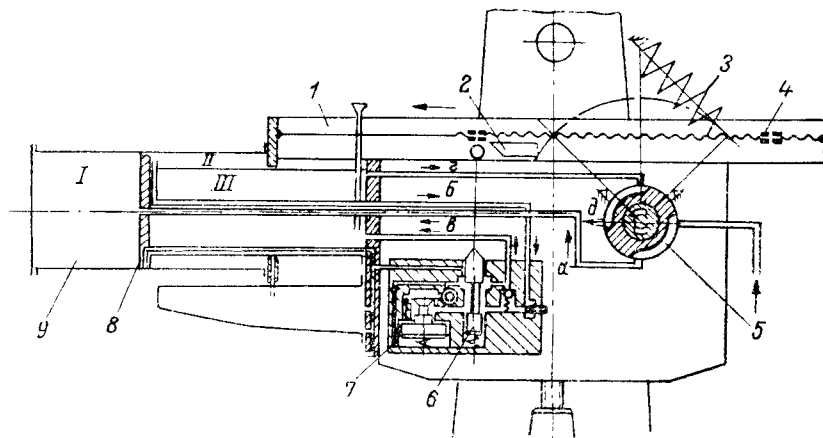


Фиг. 136. Устройство для автоматического деления.



Фиг. 137. Гидравлическая панель управления движениями стола.

На фиг. 137 приведен вариант использования гидравлической панели для автоматизации цикла. Питание панели производится от поршневого насоса, расположенного внутри коробки скоростей. Масло предварительно направляется в аккумулятор для устранения пульсации, а затем через золотник 10 поступает в соответствующие цилиндры. Золотник поворачивается зубьями, нарезанными на стержне 7, соединяющимся с зубьями хвостовой части золотника. Перемещение стержня 7 осуществляется упорами 1, 2 и 6, причем угол поворота золотника меняется, так как высота



Фиг. 138. Схема автоматизирующего устройства горизонтально-фрезерного станка.

упоров различна. Фиксирование в том или другом положении производится шариком 11. С поворотом золотника поворачивается поршень 5, который поводком 4 перемещает валик 3; последним переключается реверсивная муфта, имеющаяся в столе станка. Положение поводка (рабочий ход, обратный ход, стоп) фиксируются защелкой 9. В конструкции предусмотрена возможность ручного переключения при помощи рукоятки 8. Включение фрикциона муфты обгона для ускоренного перемещения стола происходит при определенном положении золотника.

На фиг. 138 показана схема автоматизирующего устройства, с помощью которого осуществляются быстрый подвод обрабатываемой детали к фрезе, рабочая подача, реверсирование и ускоренный обратный ход, стоп. Принцип действия устройства основан на использовании двужончей силы сжатого воздуха и демпфирующих свойств гидравлической среды, причем сжатый воздух и масло находятся в одном и том же цилиндре, и поэтому устройство отличается компактностью.

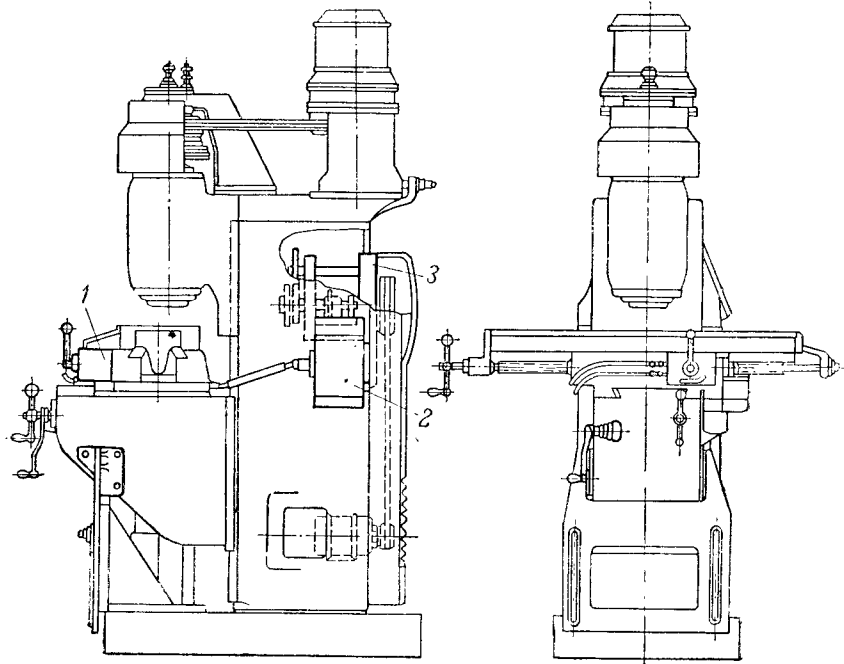
Регулирование скорости движения стола достигается за счет использования обычно применяемого в станкостроении гидравлического регулятора 7. Цилиндр 9 прикреплен к столу станка 1

и перемещается вместе с ним, а поршень 8 прикреплен к консоли и при работе остается неподвижным. Во время работы сжатый воздух поступает в пневматический распределительный кран 5 и далее по трубопроводу а в цилиндр I. Стол станка вместе с цилиндром будет перемещаться влево. В это время масло из кольцевой полости II вытесняется по трубопроводу б в гидравлический регулятор 7, а затем через трубопровод в в полость III. Масло проходит свободно, так как пилот 6 находится в верхнем положении. Описанная циркуляция воздуха и масла будут отвечать быстрому подводу обрабатываемых деталей к фрезам; маслом же, поступающим в полость III, вытесняется из этой полости воздух, который по трубопроводу г и крану 5 поступает в атмосферу.

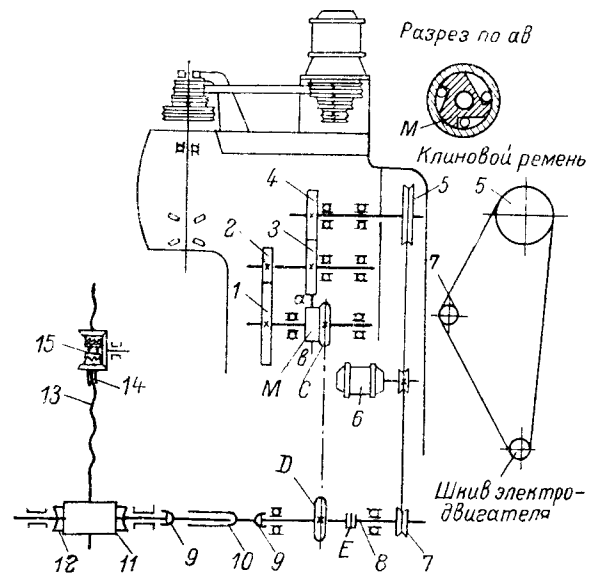
При дальнейшем движении упором 2, укрепленным на столе станка 1, опускается пилот 6; происходит перекрытие трубопроводов б и в и вместе с этим осуществляется рабочая подача. Рабочий ход оканчивается тогда, когда упор 4 (укрепленный на ходовом винте в определенном положении), преодолевая сопротивление пружины 3, повернет рычаг распределительного крана 5 в крайнее левое положение. При этом направление движения реверсируется и воздух из крана 5 и трубопровода г поступает в верхнюю часть полости III. В это время из нижней части полости III масло вытесняется по трубопроводу в и через регулятор 7 и трубопровод б поступает в кольцевую полость II. В связи с этим стол станка 1 перемещается ускоренно вправо. Воздух из полости I через трубопровод а и кран 5 поступает в трубопровод д. В конце обратного хода упором, нажимающим на рычаг пускового крана (на схеме не показан), прекращается подача воздуха и стол останавливается.

Вариант автоматизации цикла работы стола консольно-фрезерного станка по схеме: пуск — ускоренный ход вперед — рабочий ход — ускоренный ход назад — стоп, предложенный инж. А. П. Востоковым [52], изображен на фиг. 139 — 142. Решение задачи было достигнуто оснащением станка дополнительными механизмами (фиг. 139): коробкой управления 1, механизмом ускоренного хода, помещенным под кожухом 2, коробкой 3 и гидравлической системой (см. ниже).

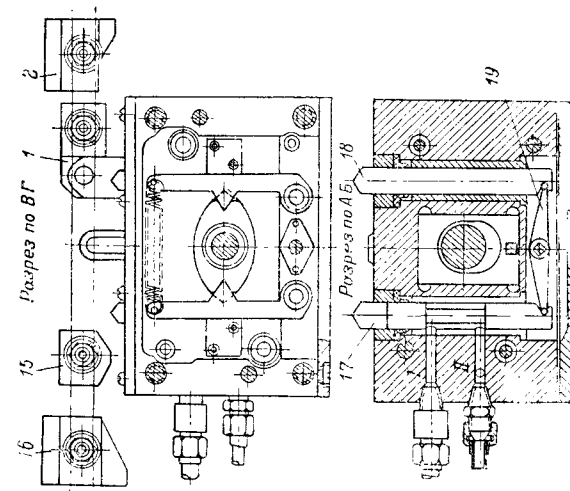
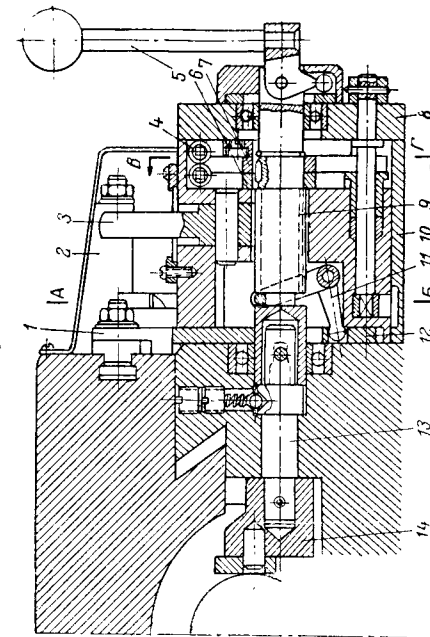
На фиг. 140 дана кинематическая схема управления. От электродвигателя 6 движение передается на шкив 5 и далее через шестерни 4, 3, 2 и 1 — валу. На валу имеется обгонная муфта М с корпусом С, являющимися одновременно звездочкой. Вращение звездочек С и D сопровождается вращением телескопического валика 10, от которого через шарниры 9, червяк 11, червячное колесо 12, ходовой винт 13 и гайку 14 осуществляется перемещение стола. Описанная связь имеет место при рабочем движении. Реверсирование производится муфтой 15, перемещаемой механизмами коробки управления (фиг. 141). При ускоренном перемещении стола движение от электродвигателя 6 передается на шкив 7 от включенного гидравлическим устройством фрик-



Фиг. 139. Общий вид автоматизированного станка.



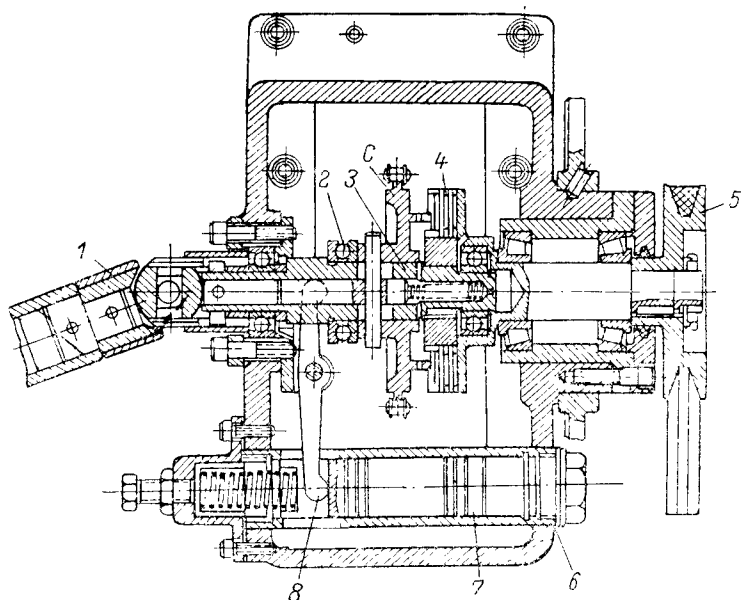
Фиг. 140. Кинематическая схема управления автоматизированного консольно-фрезерного станка.



Фиг. 141. Коробка управления автоматизированного станка.

циона *E*. Последний связан с валиком 8, благодаря чему происходит ускоренное вращение телескопического валика 10.

На фиг. 141 приведена коробка управления автоматическим перемещением стола, осуществляемым от упоров 1, 2, 15, 16 и вручную, рукояткой 5. Рукоятка посажена на валик 9, помещенный в корпусе 10 и монтированный на шарикоподшипниках в крышке 8 и консоли. С валиком 9 слева связан другой валик 13, на котором установлена вилка 14, переключающая муфту ходового



Фиг. 142. Конструкция механизма ускоренного хода

винта. На валике 9 нарезаются зубья, сцепляющиеся с зубьями поводка 3. С валиком 9 соединяется рычаг 11, который одновременно связан с планкой 12. На валике имеются также диски 6 и 7, причем фиксирование нейтрального положения рукоятки 5 осуществляется собачками 4, заскакивающими в вырезы диска 7. Во время работы, в конце фрезерования, кулачком 15 поворачивается поводок 3 и валики 9 и 13, в результате чего вилка 14 переключает муфту; стол станка возвращается в исходное положение. Под действием встретившегося на пути откидного кулачка 1 планка 12 опускается, рычаг 11 поворачивается и перемещает валик 9 в продольном направлении. Затем кулачок поворачивает валик 9, вследствие чего собачки 4 заскакивают в упомянутые выше вырезы диска 7, и стол станка останавливается.

Золотником 17 и штырем 18, связанных коромыслом 19, управляют кулачки 15 и 2. Золотник 17, находясь в том или ином положении, воздействует на отверстия I и II.

На фиг. 142 показана конструкция механизма ускоренного хода. Включение фрикциона 4 производится рычагом 8, вращающимся на шарнире и перемещающим подшипник 2 и звездочку С. Поворот рычага 8 осуществляется поршнем 7, скользящим в цилиндре 6 под давлением масла, поступающего в последний. Включение фрикциона 4 сопровождается передачей вращения валу 1 от шкива 5. С понижением давления масла в цилиндре, под действием пружины 3, перемещается звездочка С и муфта размыкается.

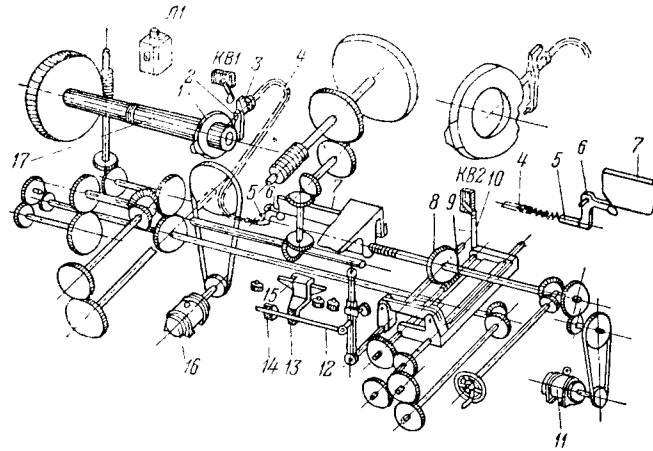
24. Примеры автоматизации циклов обработки на зубофрезерных станках

Зубофрезерные станки являются полуавтоматами. Имеются такие зубофрезерные станки, на которых процесс обработки полностью автоматизирован. Например, в некоторых конструкциях станков для нарезания зубьев шестерен диаметром до 25 мм осуществляется загрузка подлежащих обработке заготовок в магазин, откуда с помощью кулачкового механизма они перемещаются к месту обработки. В дальнейшем закрепление заготовок, ускоренный подвод их к фрезе, рабочая подача, ускоренный отвод обработанных деталей и освобождение их совершаются автоматически.

Находящиеся в эксплуатации на заводах зубофрезерные полуавтоматы могут быть подвергнуты дальнейшей автоматизации. В качестве примера рассмотрим автоматизацию зубофрезерного станка завода «Комсомолец» типа 5-V-34, осуществленную на Горьковском автомобильном заводе имени В. М. Молотова [49]. После нарезания зубьев стол станка и шпиндель автоматически возвращаются в исходное положение, в котором обработанные шестерни легко снимаются. Завершение цикла обработки сигнализируется лампочкой.

На фиг. 143 показана измененная кинематическая схема упомянутого зубофрезерного станка. Когда завершается нарезание зубьев, планка 7, прикрепленная к задней стороне супорта станка, поворачивает рычаг 6, который перемещает стержень 5 и соединенный с ним гибкий вал 4 и стержень 2, укрепленный на другом конце гибкого вала. В связи с этим, при каждом повороте шпинделя 17 кулачок 1 поворачивает стержень 2 влево и рычагом 3 осуществляется периодическое замыкание контактов конечного выключателя КВ1. Когда нарезание зубьев завершено, кулачек 13 перемещает упор 14, а вместе с ним и рычаг 12, влево; падающий червяк 9 и червячное колесо 8 размыкаются, — супорт останавливается. Вместе с падающим червяком опускается шток 10, вследствие чего контакты конечного выключателя КВ2 замыкаются. Периодическое замыкание контактов выключателя КВ1 приведет к замыканию электрической цепи схемы, что обеспечит отвод супорта с фрезой в исходное положение от электродвигателя 11 через соответствующую кинематическую цепь. Остановка супорта

произойдет в момент нажима его правого конца 15 на конечный выключатель. Электродвигатель 11 и шпиндель остановятся и загорится лампочка Л1, сигнализирующая о завершении цикла обработки.



Фиг. 143. Кинематическая схема модернизированного зубофрезерного станка «Комсомолец» типа 5-V-34.

Описанный вид автоматизации, согласно хронометражным данным, вызывает снижение суммарного времени обработки на 27%.

Кроме того, создаются благоприятные условия для многостаночного обслуживания.

25. Экспериментальные исследования и примеры обработки деталей новаторами

Под руководством проф. А. П. Соколовского канд. техн. наук Ю. Г. Тыминским [50] в ЛПИ имени М. И. Калинина проводились исследования по определению точности, достигаемой при установке на размер по лимбу механизма подъема стола, по лимбу механизма подъема шпиндельной бабки, по индикатору, неподвижному упору и образцу.

Рассмотрим некоторые результаты этих исследований.

При установке по лимбу (с использованием одного и того же деления) закрепляли стол и освобождали пиноль; в других сериях закрепляли пиноль и освобождали стол. Так как точная установка по лимбу с плавным поворотом маховичка оказывалась трудной, доведение до соответствующего деления лимба осуществлялось легким постукиванием рукой по рукоятке маховичка. Данные о достигнутой точности приведены в табл. 16. При зажатии стола или шпиндельной бабки наблюдалось возникновение дополнительных погрешностей, относящихся к группе систематических.

Достигнутая точность размеров при настройке

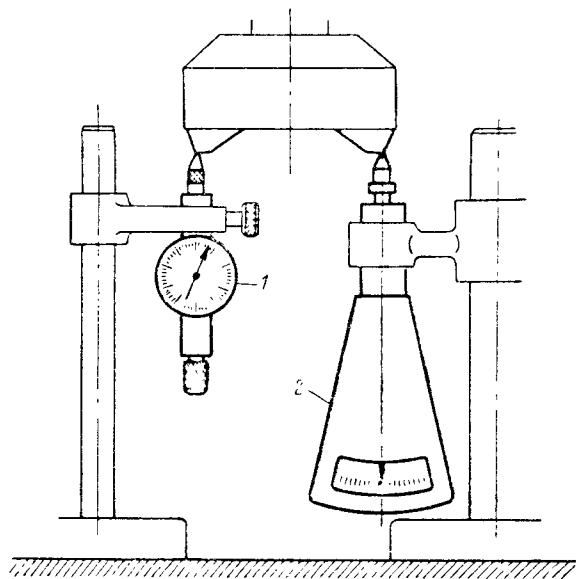
Метод получения заданного размера	Станки						Достигнутая точность в м.м.				Погрешность, связанная с зажатием стола или шпиндельной бабки, в м.м.
	тип	размеры стола в м.м.	наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола в м.м.	мощность привода в квт	Цена деления лимба или индикатора в м.м.	Размер деления лимба					
							$\Delta l_{\text{ср}}$	σ	\pm	γ	
Установка по лимбу стола	Вертикально-фрезерный «Рейнкер»	500×2000	500	22	0,05	4	-0,001	0,0025	~0,0075	+0,002	
То же	Вертикально-фрезерный «Вандерер»	300×1000	450	3,7	0,05	4	—	0,003	0,009	-0,005	
"	Вертикально-фрезерный «Зброека»	250×600	400	2,8	0,01	2	+0,002	0,007	~0,02	0,005	
Установка по лимбу шпиндельной бабки	Вертикально-фрезерный «Рейнкер»	500×2000	500	22	0,1	1	-0,03 мк	0,005	0,015	+0,006	
То же	То же	300×1000	450	3,7	0,1	3	—	0,0055	~0,016	—	
"	"	250×600	400	2,8	0,5	1,5	—	—	0,035	—	
Установка по индикатору	"	500×2000	500	22	0,01	—	—	—	0,003	—	
Установка шпиндельной бабки по неподвижному упору	Вертикально-фрезерный «Вандерер»	300×1000	450	3,7	—	—	—	—	0,010	—	

При установке по индикатору выверка производилась по вершине зуба фрезы (фиг. 144). При этом способе погрешности, возникающие за счет зазоров и неточностей механизмов, отсутствуют. Настройка осуществлялась по индикатору 1 с ценой деления 0,01 мм, а погрешности фиксировались широкошкальным миниметром 2 с ценой деления 0,002 мм. Опыты производились при постоянном положении индикатора. В случае снятия индикатора со станка при его повторной установке меняется местоположение индикатора и за счет неточности стола станка возникают дополнительные погрешности в пределах 0,04—0,05 мм. Точность показаний была повышена до $\pm 0,003 \div 0,004$ мм после установки стойки индикатора на то же место стола станка.

Таким образом с учетом последней погрешности общая погрешность при настройке по индикатору составила $\pm 0,005 \div 0,008$ мм.

Точность, достигаемая при установке по неподвижному упору шпиндельной бабки, также проверялась экспериментально (табл. 16).

Установка по габариту и шупу часто применяется при обработке деталей, закрепляемых в приспособлениях. Шуп может быть одномерный и предельный. Работа с одномерным шупом давала при опытах погрешность $\pm 0,007 \div 0,010$ мм; при установке фрезы по предельному шупу можно достичь точности установки 0,005 мм.



Фиг. 144. Схема настройки по индикатору.

Бригадой лауреата Сталинской премии фрезеровщика Кировского завода Е. Ф. Савича внедрено скоростное фрезерование, осуществлена модернизация 47 фрезерных станков в целях экономии вспомогательного времени, использовано 47 усовершенствованных быстродействующих, многоместных приспособлений, в том числе и кассетных с применением гидравлики, пневматики и магнитного крепления обрабатываемых деталей и т. д. [13].

Станки были снабжены компенсирующей гайкой на венте продольной подачи. Автоматизацию обработки Е. Ф. Савич обеспечил за счет применения специальных делительных устройств.

Лауреат Сталинской премии фрезеровщик Коломенского завода тяжелого станкостроения Д. М. Макеев, обрабатывая рейки станка Д65, кулачки и детали других классов работал одновременно на трех станках. При этом он применял метод позиционного фрезерования и одновременную обработку нескольких деталей. Кроме

того в приспособлениях для закрепления деталей Д. М. Макеев в ряде случаев использовал гидравлические зажимы.

Новатор-фрезеровщик (Ленинградского металлического завода имени И. В. Сталина) В. В. Базанов, работая одновременно на двух станках—фрезерном и строгальном, оснастил их путевыми выключателями.

Больших успехов добились также лауреаты Сталинской премии новаторы Я. А. Чебышев и Н. Н. Симановский, которые применяют приспособления прогрессивных конструкций, скоростные методы обработки, многостаночное обслуживание и т. д.

Новатор-зуборезчик Свердловского завода имени М. И. Калинина А. Гусев работает одновременно на пяти зубофрезерных станках. Автоматизация выключения в момент окончания обработки деталей достигается им за счет оснащения станков конечными выключателями, которые работают безотказно, чем обеспечивается надежная работа и повышается производительность труда.

26. Механизирующие и автоматизирующие устройства для строгальных станков

Простейшим видом механизации обработки на строгальных станках является применение многолезвых блоков. Такие блоки успешно используются для окончательного строгания на Харьковском заводе шлифовальных станков.

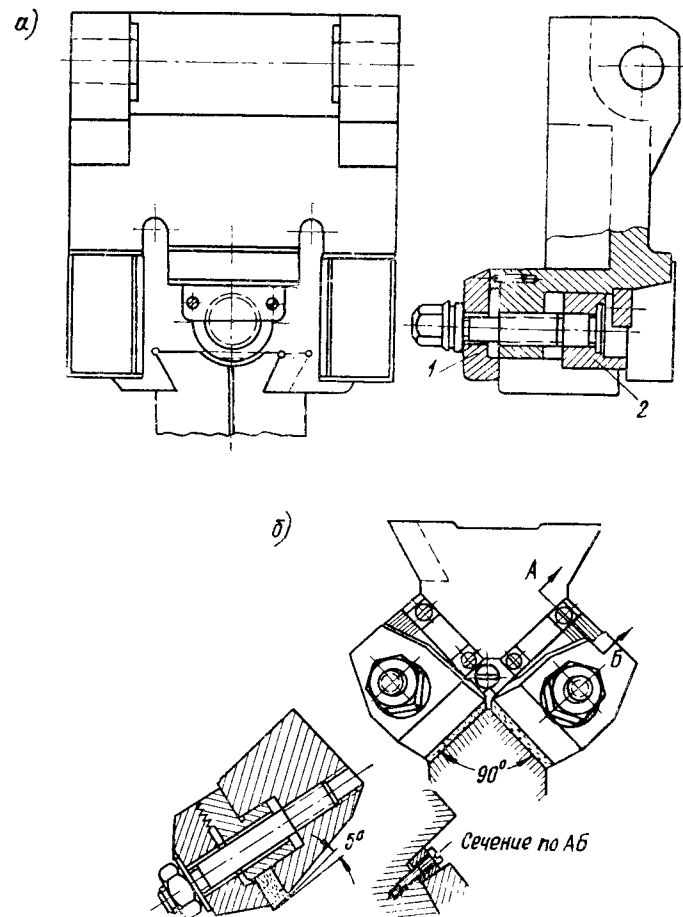
Блок резцов, примененный для окончательного строгания направляющих, показан на фиг. 145, а. Блок закрепляется планкой 1 прихвата; выталкивание производится кольцом 2. Другой блок для строгания направляющих изображен на фиг. 145, б; в нем осуществлено механическое крепление пластинок твердого сплава ВК8.

В качестве автоматизирующих устройств при работе на строгальных станках можно применять конечные выключатели; целесообразно также автоматическое изменение скорости стола станка.

На фиг. 146, а и б приведены две схемы, которыми подтверждается необходимость автоматического изменения скорости стола. Действительно, при обработке прерывистых поверхностей (фиг. 146, а) «резать воздух», т. е. осуществлять движение на участке *БВ* с обычной скоростью, которая принимается для участков *АБ* и *ВГ*, крайне нежелательно; на этом участке целесообразно ускоренное перемещение. При обработке любых деталей рационально также замедленное перемещение при входе и выходе резца (на отрезках пути *АБ* и *ВГ*), которое обеспечит повышение стойкости резцов и предохранит от выкрашивания материал обрабатываемой детали (фиг. 146, б).

Замедленное перемещение требует применения регулируемых электродвигателей постоянного тока. В определенных, связанных с размерами обрабатываемых деталей, местах, устанавливаются переключатели, которыми изменяется величина сопротивления

регулирующих реостатов. Такое решение было принято в отношении продольно-строгальных станков отечественного производства, причем ускоренное перемещение принималось равным скорости обратного хода.

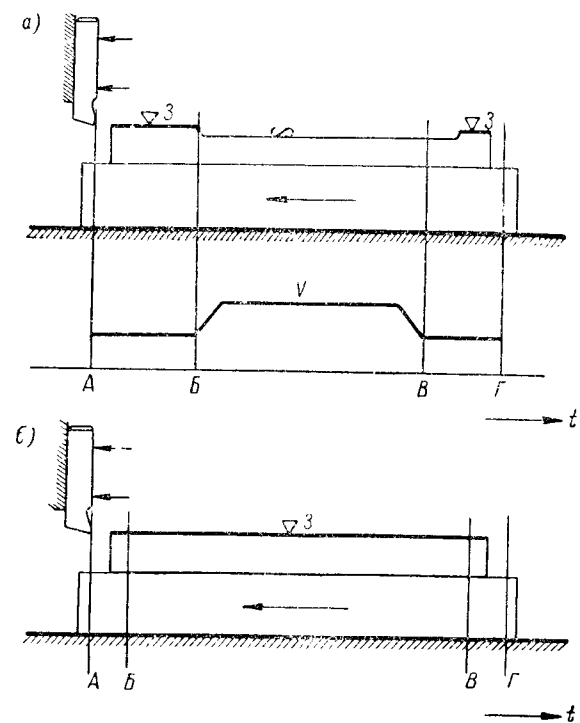


Фиг. 145. Блоки резцов для калибрования направляющих.

Рассмотрим результаты экспериментальных исследований, выполненных инж. Г. М. Пазным¹. Исследованиями установлена достижимая точность установки резца на стружку по лимбу, упору и обрабатываемой поверхности на поперечно-строгальном станке «Вотан». Опыты производились в статических условиях и под нагрузкой; исполнителем был токарь 5-го разряда.

¹ Г. М. Пазин и В. М. Шлимак, Технология производства массовых деталей текстильных машин. Машгиз. 1951.

Лимб, по которому производилась установка, имел цену деления 0,1 мм. Жесткость упора была принята примерно такой же, как и винтовых упоров станков общего назначения. Обрабатываемая



Фиг. 146. Схемы: а — автоматическое ускорение стола станка при обработке прерывистых поверхностей; б — автоматическое замедление при входе и выходе резца.

мая поверхность, по которой производилась установка, имела чистоту 7-го класса по ГОСТ 2789—51.

В табл. 17 приведены результаты опытов.

Таблица 17
Достигнутая точность установки инструмента на стружку в статических условиях и в условиях обработки

способ установки инструмента	Наибольшая погрешность σ в мм	
	в статических условиях	под нагрузкой
По лимбу	0,034	0,058
„ упору	0,040	0,110
„ обрабатываемой поверхности	0,066	0,126

МЕХАНИЗИРУЮЩИЕ И АВТОМАТИЗИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКОВ

Шлифовальные операции в большинстве случаев завершают процесс обработки, поэтому к точности работы шлифовальных станков предъявляются высокие требования.

При шлифовании достигается точность диаметральных размеров в пределах 2-го и даже 1-го класса; при этом чистота поверхности обрабатываемых деталей получается 6—8-го класса. При особо тщательном шлифовании можно получить чистоту поверхности 9—10-го класса.

Рассмотрим некоторые конструкции механизмирующих и автоматизирующих устройств.

27. Механизмирующие устройства

Механизация обработки на шлифовальных станках осуществляется посредством простейших устройств—лимбов и упоров, а также устройств для контроля размеров в процессе обработки.

Наряду с этим работы в области автоматизации шлифовальных станков развиваются в направлении применения рефлекторной автоматики, при которой все движения и контроль получаемых размеров выполняются самим станком.

Лимбы, используемые для настройки на диаметральные размеры, находят применение при шлифовании деталей в серийном производстве. Установка на размер по лимбу должна производиться с учетом износа круга.

Можно также использовать круговые упоры, с помощью которых обеспечивается подача круга на требуемую величину в радиальном направлении [30]. Упоры закрепляются на кольце, которое по мере износа круга поворачивается относительно винта подачи круга на требуемую величину.

Однако эти устройства уступают место более прогрессивным, дающим возможность непосредственно измерять обрабатываемые детали в процессе шлифования.

Автоматический контроль обрабатываемых деталей в процессе

их шлифования имеет много преимуществ, так как при этом методе предупреждается появление брака, достигается значительная экономия вспомогательного времени и обеспечивается получение требуемых результатов.

Особенно ценными являются устройства для активных методов контроля, при использовании которых в результате автоматических измерений подаются соответствующие импульсы исполнительным органам станка. Процесс завершается получением требуемых размеров. Автоматический контроль имеет несомненно большое будущее.

Устройствами для измерения в процессе обработки снабжаются круглошлифовальные центровые, внутришлифовальные, плоскошлифовальные и другие станки. Этими устройствами может осуществляться измерение размера в одном сечении или по всей длине обрабатываемой детали.

В процессе обработки можно осуществлять контроль размеров деталей различных классов: валов, втулок, дисков, шестерен и др. [34, 25, 6, 22].

Встречаются также устройства для контроля расстояния между параллельными плоскостями, комбинированные для контроля диаметра и расстояния, для поднастройки и др.

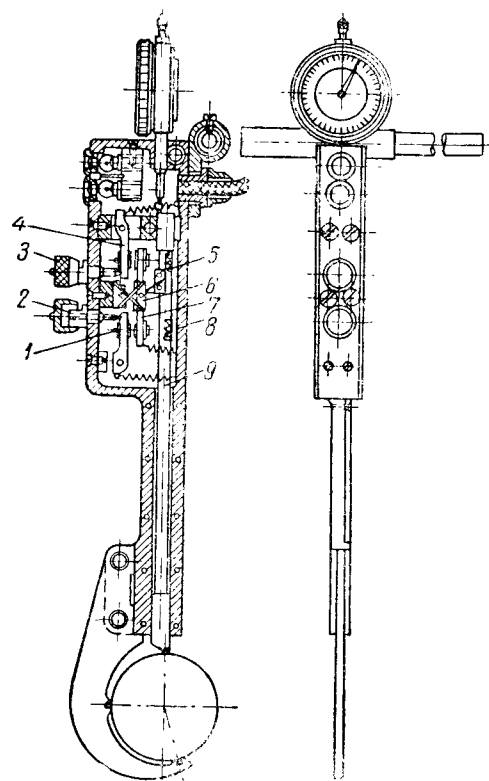
Устройства для контроля в процессе обработки применяются контактные и бесконтактные. По принципу действия устройства бывают рычажные, с жесткими калибрами, электроконтактные, гидравлические, фотоэлектрические, пневмоэлектрические, индуктивные, пневматические и др.

Оценка каждой группы перечисленных устройств позволяет придти к следующему заключению. Рычажные устройства быстро теряют свою точность. При использовании устройств с жесткими калибрами, например, со скобой, последняя периодически и автоматически подводится к шлифуемой шейке, и процесс шлифования, выполняемый без участия рабочего, заканчивается, когда скоба надвигается на вал. Этот способ не получил распространения, главным образом, из-за сложности устройства и быстрого износа калибров.

Пневматические устройства, позволяющие осуществлять бесконтактный контроль размеров, являются простыми, универсальными и точными; при наружном шлифовании в случаях их использования достигается точность порядка 0,005 мм.

Электроконтактные устройства имеют наибольшее распространение. На фиг. 147 изображено устройство, которое закреплено на станке шарнирно, при помощи масляного демпфера. Контакт со шлифуемой шейкой вала осуществляется тремя точками; две из них неподвижные, а третья, подвижная, связана с измерительным стержнем 9, постоянно прижимаемым к шейке вала пружиной 8. В процессе шлифования опускающийся стержень 9 увлекает сухарь 5, действующий на пластинку 7, присоединенную

к корпусу двумя плоскими пружинами. Пластина 7 снабжена двумя подвижными контактами. В рычажках 4 монтированы неподвижные контакты 1. Положение последних при установке на размер регулируется микрометрическими устройствами 2 и 3. Настройка приспособления и условия его эксплуатации облегчаются введением в конструкцию индикатора и сигнальных ламп.



Фиг. 147. Приспособление электроконтактного типа для автоматического измерения в процессе шлифования.

изменением силы тока в диагонали моста. На фиг. 148, а изображено также измерительное устройство 5.

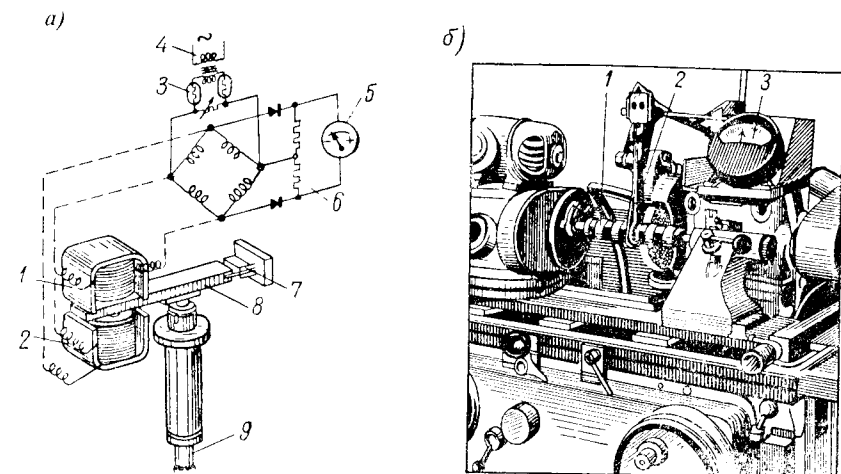
На фиг. 148, б показано устройство контактно-индуктивного типа, разработанное инж. А. В. Рожновым [22], и приспособленное для автоматического измерения в процессе шлифования. Скоба 2, снабженная контактно-индуктивным датчиком, надевается на шлифуемую шейку детали 1. В процессе шлифования стрелка прибора 3 отклоняется, что обеспечивает возможность наблюдения за получаемым размером. В момент достижения заданного размера срабатывает электроконтактная часть датчика; с помощью испол-

Следует отметить, что электроконтактные датчики НИБВ МСС получили большое распространение; их конструкция положена в основу ГОСТ 3899—47 на электроконтактные датчики.

Приводим описание индуктивного измерительного устройства, применяемого при электронном методе управления (фиг. 148, а). Электромагниты 1 и 2 направлены полюсами друг к другу. Измерительный штифт 9 связан с подвижным якорем 8, который удерживается плоской пружиной 7 и помещен в зазоре между катушками, включенными в измерительный мост, связанный с сопротивлением 6. Питание системы переменным током происходит через трансформатор 4 и стабилизатор напряжения 3. Различные переключения достигаются при перемещении штифта 9, что сопровождается

нительного механизма прекращается подача круга и включается световой сигнал. Погрешность прибора $\pm 0,003$ мм.

Для измерения диаметра отверстий в процессе шлифования рекомендуется пользоваться приборами рычажного типа П-53М и П-57М конструкции С. А. Мазипа. При измерении они дают высокую точность: при чистовом шлифовании в хороших условиях $\pm 0,002 \div 0,003$ мм и при шлифовании в исключительно тяжелых условиях $\pm 0,006 \div 0,008$ мм.

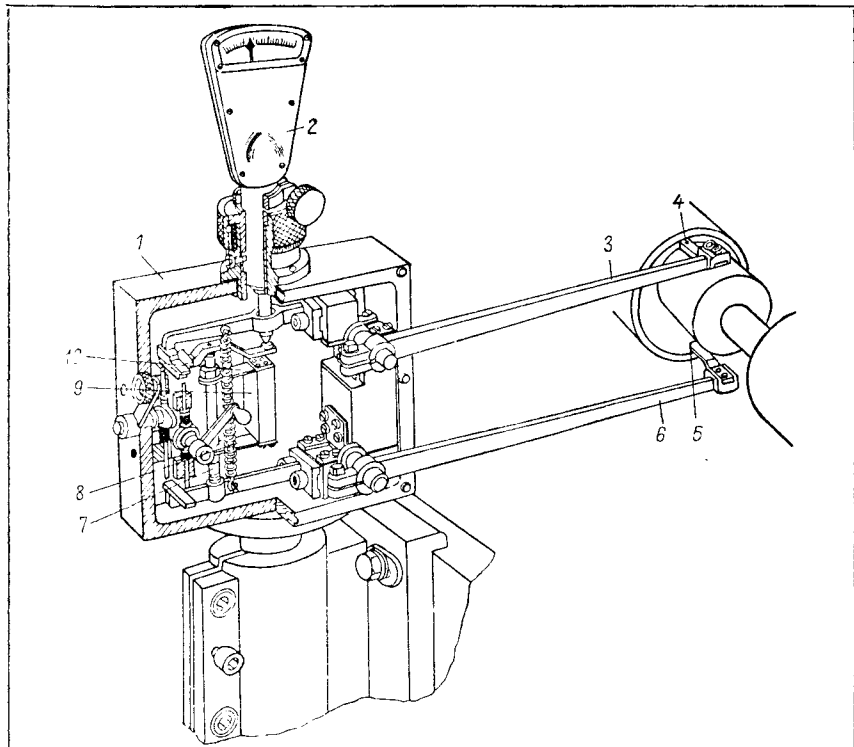


Фиг. 148. Схема индуктивного датчика (а); устройство контактно-индуктивного типа для автоматического измерения в процессе шлифования (б).

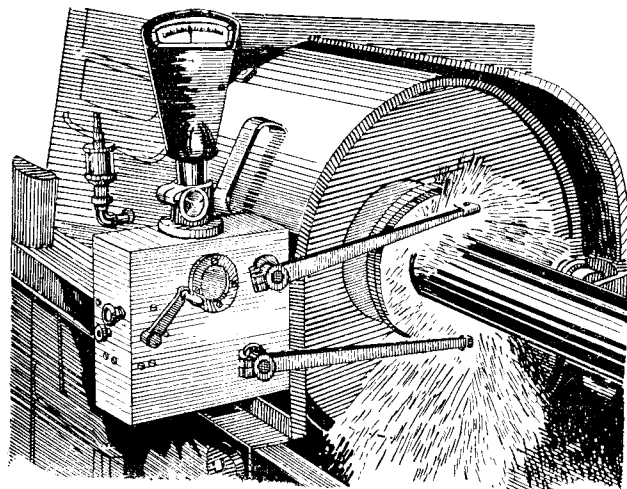
Эти устройства предназначены для измерения диаметров от 20 до 250 мм и могут быть использованы для измерения сквозных, глухих, цилиндрических, конических, фасонных и шлицевых отверстий. Они не реагируют на изгиб и отжим шпинделя, на вибрации станка и обрабатываемой детали, отличаются простой настройкой, долговечностью и хорошей стабильностью срабатывания при измерительном усилии 1000—1200 г. Эти устройства с успехом применяются на шарикоподшипниковых, станкостроительных и других заводах.

На фиг. 149 показана схема устройства П-57М. Измерительные наконечники 4 и 5, связанные с рычагами 3 и 6, прижимаются к поверхности измеряемого отверстия. Внутри корпуса 1 движение на часть 9 суммирующего рычага передается через шток 7, подвешенный с помощью двух плоских пружин 8 и 10. Размеры отсчитываются по миниметру 2. На фиг. 150 дано изображение этого устройства в работе.

Настройку устройств для измерений в процессе обработки можно производить по образцам или точно прошлифованным ранее деталям. При этом необходима корректировка размеров, учитывающая температурные деформации и другие факторы.



Фиг. 149. Устройство П-57М для контроля отверстий конструкции С. А. Мазина.

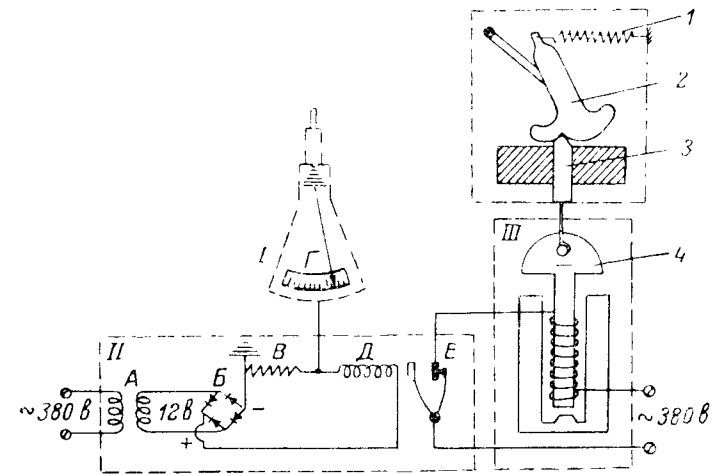


Фиг. 150. Устройство П-57М для контроля отверстий в процессе шлифования.

28. Автоматизация циклов обработки на шлифовальных станках и автоматические подналадчики

Рассматриваемый вид автоматизации является тем направлением, которое в дальнейшем должно получить широкое развитие. Приводим описание некоторых устройств для автоматизации циклов обработки.

На фиг. 151 показана схема устройства, с помощью которого автоматически прекращается шлифование при соответствующем показании миниметра *I*. На последнем смонтирован электрический



Фиг. 151. Схема устройства для автоматического прекращения шлифования в момент получения заданного размера.

серебряный контакт *Г* (при окислении сохраняет электропроводность), к которому подводится ток с напряжением 12 в. В устройстве имеется реле управления *II*, состоящее из понижающего трансформатора *A*, купроксного выпрямителя *B*, сопротивления *V*, электромагнита телефонного реле *D* с контактом *E*. Электромагнит *III* связан с магнитным пускателем.

Когда стрелкой миниметра замкнется контакт *Г*, сработает реле *II* и замкнется контакт *E*, включится электромагнит *III*. Происходит втягивание сердечника *4* и перемещение вместе с ним стопора *3*, вследствие чего рукояткой *2*, поворачиваемой пружиной *1*, осуществляется реверсирование движения шлифовального круга, который отходит от шлифуемой поверхности. В конце цикла станок останавливается.

Описанное устройство, успешно примененное [15] на автозаводе имени И. В. Сталина, дало возможность упростить работу, создать условия для одновременного обслуживания двух станков и обеспечить повышение производительности труда на 33%. Оно

позволяет производить шлифование деталей, имеющих допуски на соответствующие шейки 0,010—0,015 мм.

На фиг. 152 изображена схема автоматизации круглошлифовального станка [41], разработанная применительно к автоматизации станков типа 3151. Станок оснащен механизмом врезания, импульсо-датчиком А для компенсации износа круга, пневмопатроном 1, люнетом с пневмоцилиндром 2, задней бабкой с пневмоцилиндром 8, устройством 9 для отвода в период снятия и установки заготовки измерительного прибора с электроконтактным датчиком, предназначенным для измерения в процессе обработки, и загрузочным устройством.

Приведенная схема применима также и для автоматизации станков типа 315, за исключением станков 315В и 315Г, работа которых осуществляется по методу врезания, а следовательно, автоматизация их оказывается значительно проще, так как отпадает необходимость в оснащении станка механизмом врезания и импульсо-датчиком.

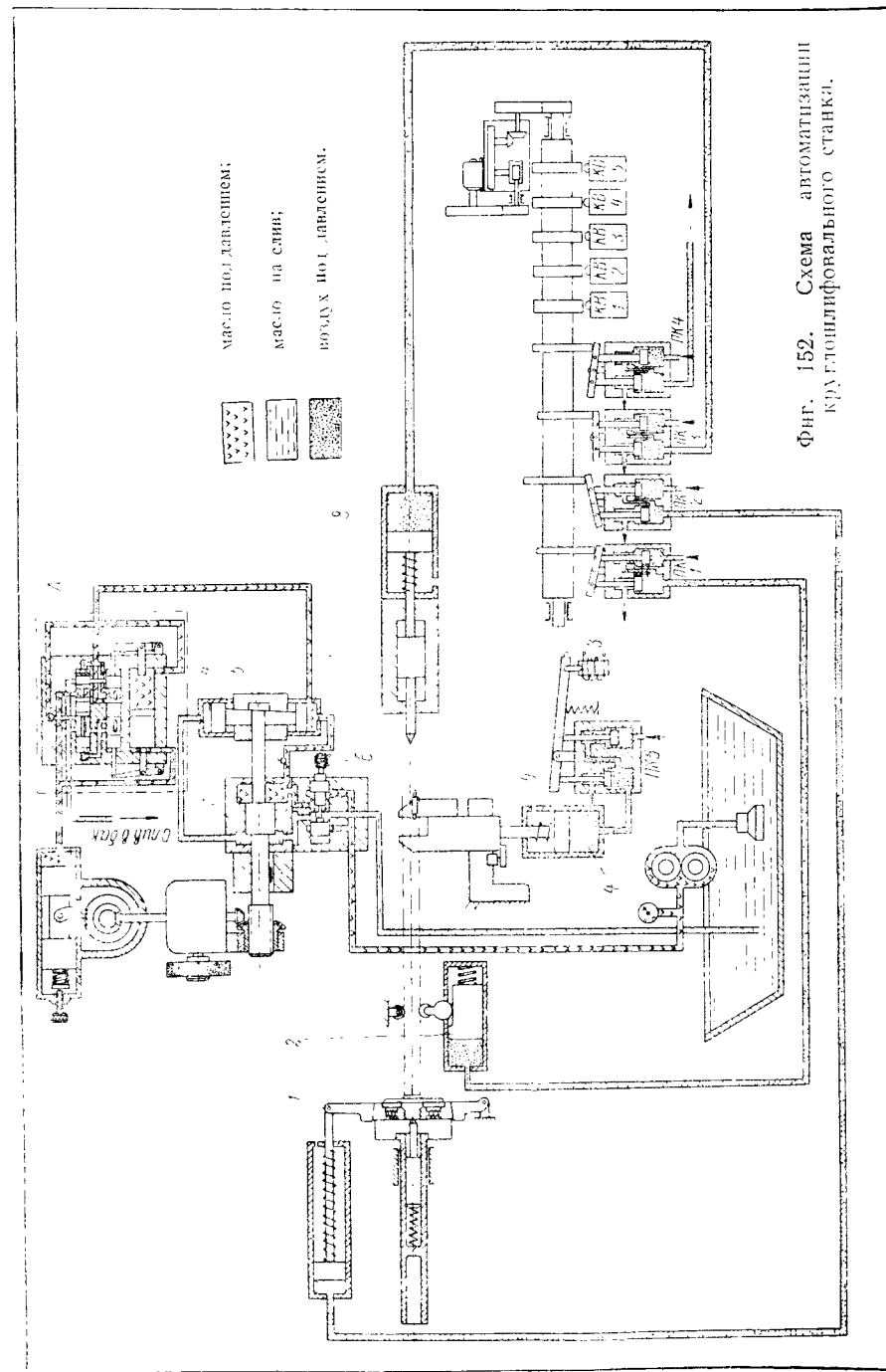
Механизм для автоматического перемещения круга при шлифовании по методу врезания работает следующим образом. Быстрый подвод шлифующего круга к обрабатываемой детали осуществляется штоком 5, перемещающимся в гидравлическом цилиндре 3. В конце быстрого хода, за 1,5—2 мм от окончательного положения круга, полка штока 5 опирается на клин 4, после чего происходит медленная подача благодаря поднятию клина поршнем, перемещающимся в гидроцилиндре 7. Когда деталь получит требуемый размер, срабатывает электромагнит 6, происходит переключение золотника, что сопровождается возвращением клина 4 и шлифовального круга в исходное положение.

Импульсо-датчик вводится в действие при получении размеров шлифуемых деталей, выходящих за верхний предел поля допуска.

Для активного контроля наружных диаметров деталей, обрабатываемых на круглошлифовальных станках по методу поперечной подачи круга, канд. техн. наук В. С. Вихманом предложена электрическая схема прибора [48]. При использовании прибора с контролируемой шейкой детали непосредственно контактируется в трех точках плавающая скоба, а подвижной штифт этой скобы связывается с двухконтактным датчиком МГ.

Согласно результатам исследований рекомендуется скобу закреплять не на кожухе (снижается точность и стабильность работы), а на крошительке, прикрепленном к станине или установленном на специальных опорах.

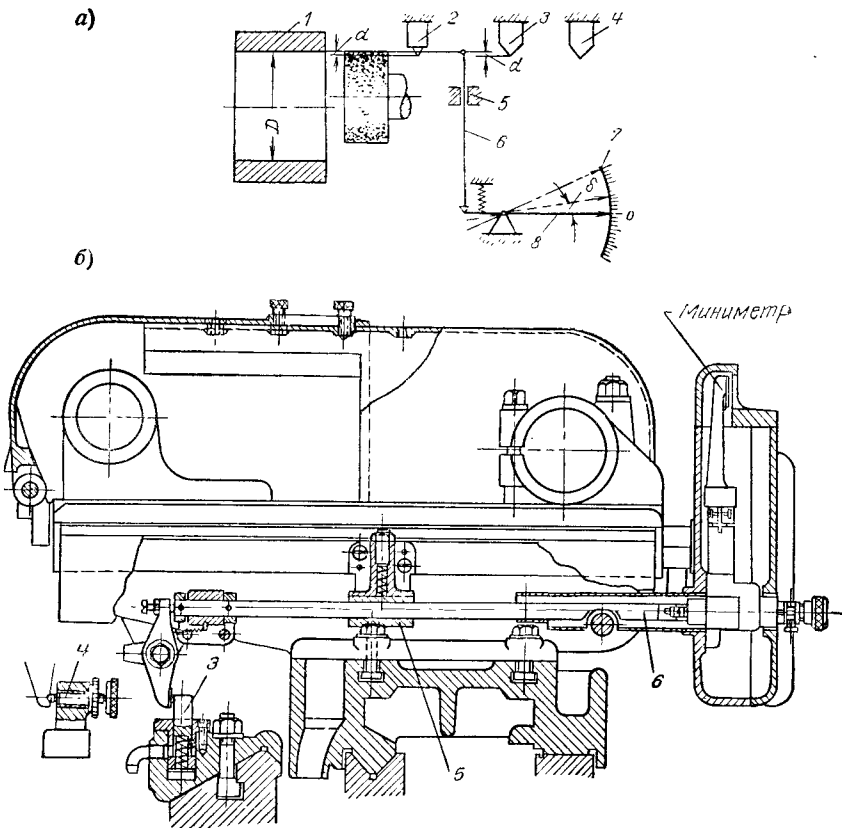
При работе устройства во время предварительного шлифования верхний контакт замкнут; с уменьшением диаметра шлифуемой детали измерительный штифт датчика опускается. Переходу на чистовое шлифование соответствует размыкание верхнего контакта и дача соответственной команды исполнительным органам. Как только отклонение размера шлифуемой детали будет ниже верхнего поля допуска на некоторую, заранее установленную величину



Фиг. 152. Схема автоматизации круглошлифовального станка.

(принимается 20% от допуска на размер), произойдет замыкание нижнего контакта датчика, что будет сопровождаться после дачи соответственной команды исполнительным органом быстрым отходом круга.

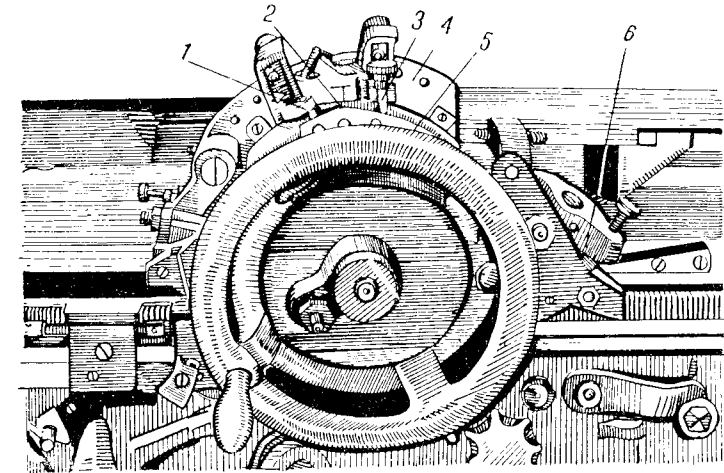
Устройствами для активного контроля оснащаются также внутришлифовальные станки. На фиг. 153, а показана схема и на



Фиг. 153. Схема и общий вид измерительного устройства внутришлифовального станка.

фиг. 153, б — общий вид измерительного устройства, монтированного на внутришлифовальном станке «Вотан». Шток 6 центрируется в направляющей 5, укрепленной на поперечных салазках бабки шлифовального круга, и может перемещаться лишь в продольном направлении. Правая сторона штока связана со стрелкой 8 миниметра, который отрегулирован таким образом, что при получении требуемого размера D обрабатываемой детали 1 стрелка совпадает с нулем шкалы 7. В начале шлифования стрелка миниметра занимает положение, отмеченное на схеме (фиг. 153, а)

штрихпунктиром. По мере увеличения диаметра шлифуемого отверстия стрелка миниметра будет перемещаться по направлению вращения часовой стрелки. В связи с износом круга, в момент прихода стрелки в нулевое положение, на обрабатываемой детали будет оставаться припуск. Правка круга производится алмазом 2. В это время упором 3 шток 6 смещается на величину снятого с круга слоя d , а стрелка миниметра перемещается на некоторый угол δ . Затем производится чистовое шлифование и при встрече



Фиг. 154. Автоматическое измерительное устройство к внутришлифовальному станку.

стрелки миниметра с нулем процесс заканчивается: деталь будет иметь требуемый размер.

Если в процессе шлифования имеет место значительный износ круга, и круг, выйдя из шлифуемого отверстия, не может коснуться алмаза 2, то для компенсации износа его используется упор 4, который устанавливается рядом с упором 3 и работает так же, как и последний, но имеет несколько большую длину.

На фиг. 154 изображено измерительное устройство к внутришлифовальному станку. Управление автоматическим циклом осуществляется кулачком 2, который посажен на маховик 5 поперечной подачи шлифовального круга. Кулачок действует на электрические контакты 1 и 3, закрепленные неподвижно на супорте 4.

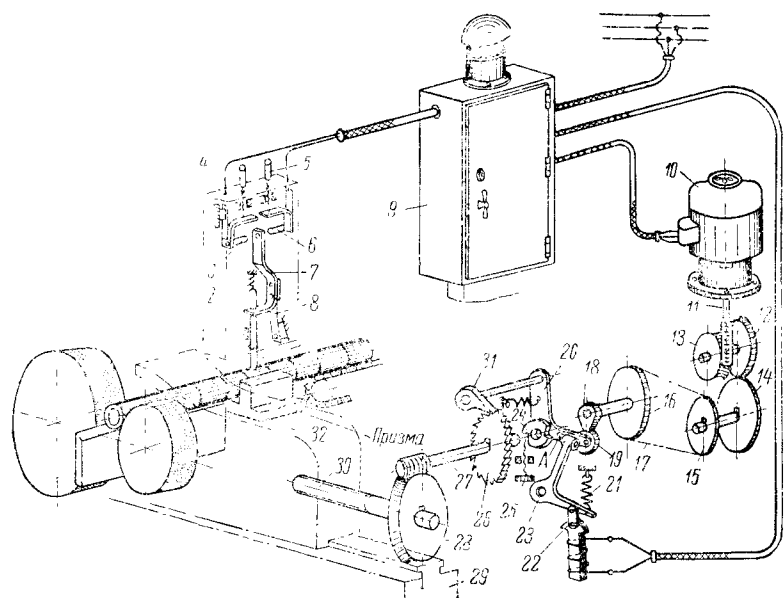
Черновое шлифование при работе устройства производится до момента замыкания кулачком 2 контакта 1. Вслед за этим выполняется правка круга, а затем и чистовое шлифование, которое завершается при замыкании кулачком контакта 3.

В связи с естественным износом круга производится его компенсация с помощью устройства 6, помещенного на супорте. Осуществляется это в момент прекращения шлифования. После

перемещения круга с помощью устройства *б* производится правка его алмазом.

Автоподналадчики применяются в настоящее время на бесцентровошлифовальных и плоскошлифовальных станках.

На фиг. 155 приведена схема работы автоматического подналадчика конструкции И. И. Менделенко, применяемого на Горьковском автомобильном заводе имени В. М. Молотова при шлифовании поршневых пальцев на бесцентровошлифовальных станках.



Фиг. 155. Схема работы автоматического подналадчика для бесцентровошлифовальных станков.

Необходимость подналадки объясняется стремлением сохранить постоянство размеров шлифуемых пальцев, так как в процессе шлифования наблюдается износ как шлифуемого, так и регулирующего кругов.

В процессе работы прошлифованный палец сталкивается с направляющим ножом и попадает в углубление призмы *32*. При этом законечник измерительного штифта *1* соприкасается с измеряемой деталью, в результате чего происходит перемещение штифта *1* и соответственное изменение положения пластины *8* и пружины *7*. При увеличенном размере пальца пружина *7* отклоняясь замыкается с контактом *б*, включается реле времени, находящееся в шкафу *9*. Срабатывание реле завершается включением соленоида *22* и соответственным перемещением рычага *23*, стержень *А* которого отходит от уступа бобышки *24*, имеющейся на

рычаге *20*; последний освобождается и происходит его покачивание следующим образом.

От электромотора *10*, являющегося принадлежностью устройства, движение через червячную пару *11* и *13*, сменные шестерни *12* и *14*, звездочки *15* и *16* и цепь *17* передается кулачку *18*, соприкасающемуся с роликом *19*. Рычаг *20* поворачивается и увлекает собачку *31*, которая в свою очередь поворачивает храповое колесо *26*, а вместе с ним и червяк *27*. Происходит поворот червячного колеса *28* и винта *30*; бабка регулирующего круга по направляющим станины *29* перемещается вперед. Пружиной *21* рычаг *23* возвращается в исходное положение, вследствие чего прекращается качание рычага *20*. Винтом *25* регулируется угол качания рычага *20*.

В результате подналадки размеры пальцев уменьшаются, а штифт *1* под действием пружины *2* опускается и рычаг *7* приближается к контакту *3*. Микрометрическими винтами *4* и *5* осуществляется точная регулировка.

Настройку на размер производят по предельному калибру, который помещают в призму. При регулировке (на нижний предельный размер) микрометрическим винтом *4* действуют на рычажок таким образом, чтобы контакт *3* легко касался контакта рычага *7*. Призма *32* изготовлена с углом $\alpha = 60^\circ$, благодаря чему обеспечивается спокойная и точная работа. Одна из сторон призмы расположена отвесно. Электрический контакт в измерительной головке может обрываться при зазоре *0,0005 мм*. Соотношение плеч рычага в головке *1 : 5*, следовательно изменение размера на *0,0001 мм* будет уловлено электрической схемой. Однако практически чувствительность прибора в процессе работы доходит до *0,0005 мм*.

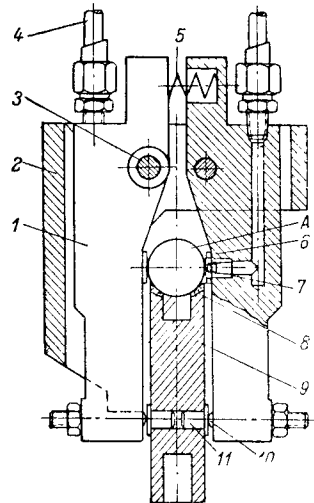
Автоматические подналадчики установлены на каждом из шести станков линии.

Шлифуемые пальцы засыпаются в бункер, по склuzu они попадают в первый станок, а в дальнейшем от станка к станку передаются конвейерами. Релейный щит каждого станка снабжен светофором, на котором имеются три сигнальные лампы различных цветов. При достижении детали верхнего предельного размера в момент подналадки и при достижении среднего диаметра зажигается соответствующая лампа.

Автоматические подналадчики дают возможность использовать станки по машинному времени на *90—95%* и получить высокую производительность; в час на линии обрабатывается *1000—1200* деталей.

На фиг. 156 дана конструкция бесконтактного измерительного датчика, предложенного В. Р. Коротковым на Московском автомобильном заводе имени И. В. Сталина для подналадчика к бесцентровошлифовальному станку. Подналадчик приспособлен для автоматического контроля поршневых пальцев в процессе шлифования.

Палец *A*, пройдя шлифовальные круги, попадает на призму *9*, оснащенную пластинками твердого сплава *8*. Два сопла *7*, находящиеся в рычагах *1*, располагаются на определенном расстоянии от поверхности измеряемой детали. Это достигается соответствующим расположением рычагов *1*, находящихся внутри корпуса *2* и вращающихся на осях *3*. Рычаги под действием пружины *5*, винтами *10* со сферическими торцами, упираются в штифты *11*, запрессованные в призму *9*.



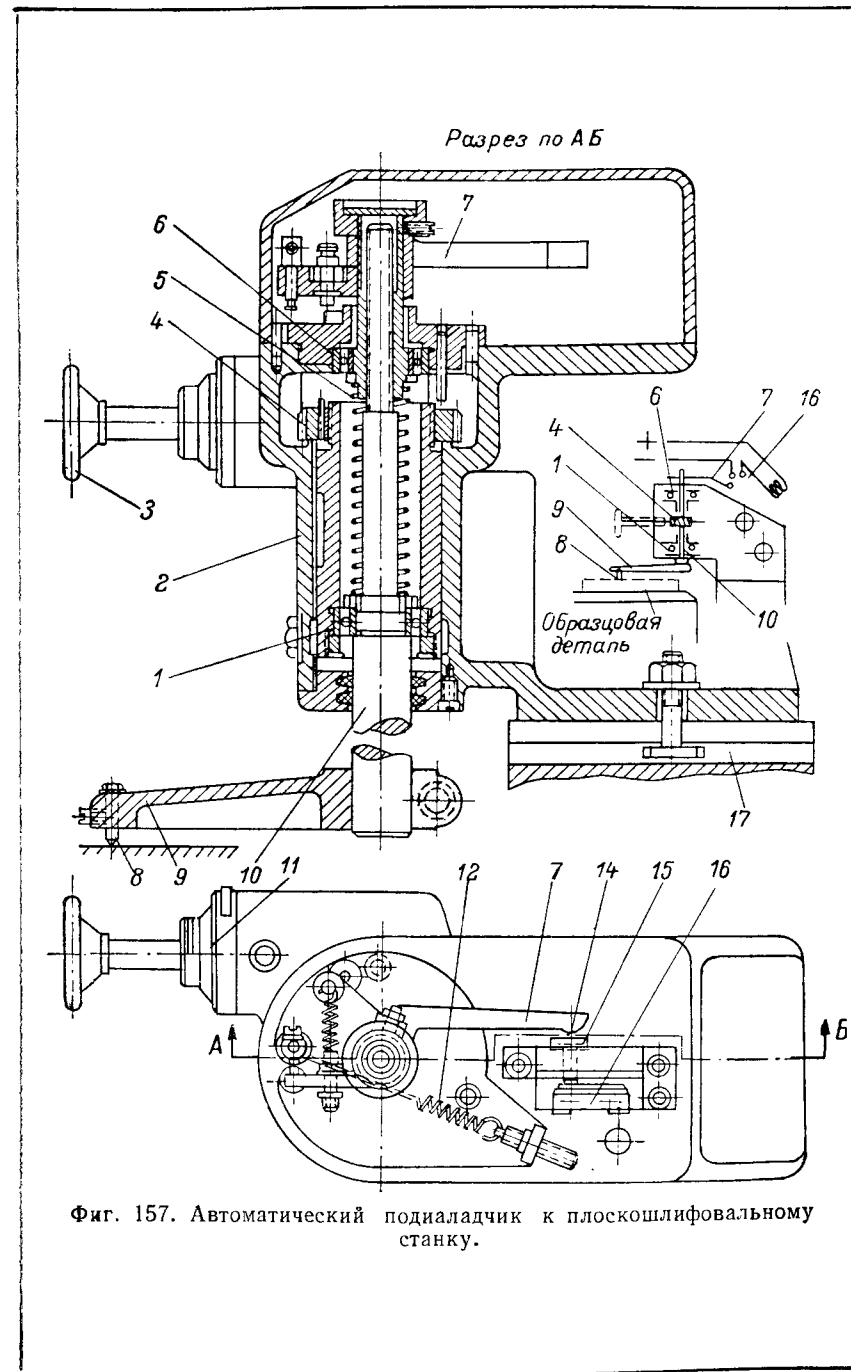
Фиг. 156. Бесконтактный измерительный датчик.

Для устранения контакта между измеряемой поверхностью и соплами *7* в конструкцию введены твердосплавные пластинки *6*, плоскости выступающих за поверхности сопел на $0,010-0,015$ мм.

В процессе измерения воздух рабочего давления подводится от стабилизатора давления, проходит пневмо-электроконтактный датчик и по резиновым шлангам поступает к штуцерам *4*, а от них к соплам *7*. С выходом размера шлифуемой детали за поле допуска изменяется зазор между деталью и соплами, а вместе с этим и давление в системе, подводящей воздух, что сопровождается замыканием контактов пневмо-электроконтактного датчика; происходит автоматическая подналадка.

При бесконтактном методе измерения устраняется влияние вибраций, которые сильно осложняют процесс измерения при контактном методе. Кроме этого полностью устраняется погрешность измерения за счет износа контактов.

На фиг. 157 показана конструкция автоматического подналадчика, приспособленного к двухшпиндельному плоскошлифовальному станку 3772. Шлифование на станке осуществляется торцами кругов, причем подналадчиками (на станке установлены два подналадчика) производится автоматическая компенсация износа кругов. В корпусе монтирован валик *10*, на нижний конец которого насажен рычаг *9*, несущий штифт *8*, устанавливаемый в соответствии с полем допуска на обрабатываемые детали (ближе к нижнему пределу). В процессе шлифования обрабатываемые детали проходят под штифтом *8*. Как только размер выйдет за поле допуска штифт *8* захватывается деталью, происходит поворот рычага *9*, валика *10* и рычага *7*. Последний выступом *14* нажимает на кнопку *15*, и контакты микропереключателя *16* замыкаются. Дается команда исполнительным органам станка, и шлифовальная бабка вместе с кругом опускается на требуемую величину.



Фиг. 157. Автоматический подналадчик к плоскошлифовальному станку.

После этого пружиной 12 рычаг 7 будет отведен от микропереключателя. Опускание бабки прекращается.

При настройке подналадчика, после грубой установки рычага 9 на валике 10, производится точное регулирование маховичком 3, червяком и шестерней 4 по лимбу 11 с ценой деления шкалы 0,001 мм. Установка в поперечном направлении осуществляется перемещением корпуса 2 по пазу 17. Пружина 5 предназначена для выбора зазора в подшипниках 1 и 6.

Точность размера с использованием описанных подналадчиков получается до $\pm 0,02$ мм.

Из изложенного видно, что при автоматизации обработки на шлифовальных станках наибольшее распространение в промышленности получили устройства для контроля в процессе обработки.

Дальнейшие работы в области автоматизации шлифовальных станков следует вести в направлении более широкого использования устройств, удовлетворяющих требованиям рефлекторной автоматизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аврутин С. В., Рациональная работа фрезеровщика, Машгиз, 1951.
2. Азаров А. С., Автоматизация обработки на токарных станках, Машгиз, 1948.
3. Азаров А. С., Высокопроизводительная обработка валов в машиностроении, Машгиз, 1951.
4. Ансеров М. А., Зажимные приспособления для токарных и круглошлифовальных станков, Машгиз, 1948.
5. Ансеров М. А. и Гуцин В. Ф., Приспособления для сверлильных станков, Машгиз, 1950.
6. Апарин Г. А. и Городецкий И. Е., Допуски и технические измерения, Машгиз, 1950.
7. Ачеркан П. С., Расчет и конструирование металлорежущих станков, Машгиз, 1949.
8. Балакшин Б. С., Технология станкостроения, Машгиз, 1949.
9. Баранов В. М., Рациональное использование токарно-винторезного станка, Машгиз, 1947.
10. Быков П. Б., Наш вклад в пятилетку, Профиздат, 1947.
11. Богуславский Б. Л., Новое в станкостроении, Машгиз, 1947.
12. Болотин Х. Л. и Костромин Ф. П., Основы конструирования приспособлений, Машгиз, 1951.
13. Виленинская Е. Л. и Гольдберг М. И., Новое в скоростном фрезеровании на Кировском заводе, Лениздат, 1951.
14. Вотинков К. В., Жесткость станков, Лоштомаш, 1940.
15. Гостев В. И., Технический контроль и борьба с браком в машиностроении, Машгиз, 1949.
16. Горошкин А. К., Приспособления для металлорежущих станков, Машгиз, 1950.
17. Гуляев Г. И., Методика изучения и внедрения стахановских приемов работы в машиностроении, ИТЭИН 1951.
18. Дрокин В. Д., Мои методы работы по скоростному резанию, Машгиз, 1952.
19. Калашников Н. А., Точность в машиностроении и ее законы, Машгиз, 1950.
20. Каширин А. И., Технология машиностроения, Машгиз, 1949.
21. Кован В. М., Технология машиностроения, Машгиз, 1940.
22. Кондашевский В. В., Автоматический контроль размеров деталей в процессе обработки, Оборонгиз, 1951.
23. Кулагин Б. П., Продлим срок службы станков, Профиздат, 1950.
24. Кучер И. М. и Кучер А. М., Модернизация токарных и фрезерных станков для скоростного резания металлов, Машгиз, 1949.
25. Малов А. Н., Контрольные станки и приспособления, Машгиз, 1948.
26. На высоких скоростях, сборник, Профиздат, 1949.

27. Редченко А. Г., Расточка корпусных деталей станков, Машгиз, 1949.
28. Прокопович А. Е., Скоростное резание и модернизация металлорежущих станков, изд. «Правда», 1949.
29. Руттер Э. Г. и Менделенко И. Н., Автоматизация механической обработки деталей, Машгиз, 1949.
30. Соколовский А. П., Курс технологии машиностроения, ч. I и II, Машгиз, 1947 и 1949.
31. Соколовский А. П., Расчеты точности обработки на металлорежущих станках, Машгиз, 1952.
32. Соколов Т. Н. и Дружинский И. Д., Автоматическое копирование на металлорежущих станках, Машгиз, 1950.
33. Семинский В. К., Скоростное резание металлов, Машгиз, 1951.
34. Трапезников В. А., Городецкий И. Е. и др., Автоматический контроль размеров, Оборонгиз, 1947.
35. Харизоменов И. В., Электрообрудование металлорежущих станков, Машгиз, 1951.
36. Шаумян Г. А., Пути малой автоматизации универсальных станков, «Станки и инструмент», № 6, 1941.
37. Цейтлин Н. И., Металлорежущие копировальные станки, Машгиз, 1951.
38. Щеголев А. В., Мурашкин Л. С. и др., Скоростное фрезерование, Машгиз, 1949.
39. Щукарев Б. А., Поточный метод в крупносерийном производстве, Машгиз, 1949.
40. ЭНИМС, Модернизация и рациональное использование станков для работы твердыми сплавами, Машгиз, 1950; «Токарные станки»; «Револьверные станки»; «Фрезерные станки».
41. Автоматизация технологических процессов, ВНИТОМАШ, Московское отд., Машгиз, 1951.
42. «Машиностроение», Энциклопедический справочник, т. 7 и 9.
43. Механическая обработка металлов, опыт уральских заводов, вып. 1. Машгиз, 1950.
44. Комплексная механизация производственных процессов в машиностроении, МОНИТОМАШ, кн. 3, Машгиз, 1950.
45. Модернизация металлорежущих станков, МОНИТОМАШ, Машгиз, 1950.
46. Новое в технических измерениях и взаимозаменяемости, Машгиз, 1949.
47. Из опыта новаторов-стахановцев ленинградских машиностроительных заводов, под. ред. доц. А. Н. Оглоблина, Машгиз, 1951.
48. Приспособления и автоматизирующие устройства для металлорежущих станков, ЛОНИТОМАШ, кн. 1 и 2, Машгиз, 1951.
49. Прогрессивная технология машиностроения, ч. I и II, Машгиз, 1952.
50. Точность механической обработки и пути ее повышения, под ред. проф. А. П. Соколовского, Машгиз, 1951.
51. Прогрессивная технология приборостроения, Труды конференции, статья проф. А. Б. Яхина, 1935.
52. «Станки и инструмент», 1940, № 1; 1941, № 6; 1953, № 8.
53. «Машиностроитель», 1939, № 4, 5, 6; 1940, № 2; 1941, № 1.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие	—
Глава первая. Общие положения	5
1. Значение механизации и автоматизации обработки	—
2. Работа на металлорежущих станках по методу автоматического получения размеров	9
3. Направления работ в области механизации и автоматизации обработки	13
Глава вторая. Механизирующие и автоматизирующие устройства для токарных станков	15
4. Механизирующие устройства, ускоряющие настройку, управление и обслуживание станков	—
5. Устройства, механизующие контроль обрабатываемых деталей	39
6. Автоматизирующие устройства	42
Глава третья. Автоматизация циклов обработки на токарных станках	65
7. Конструкции механического действия	—
8. Конструкции электромеханического действия	66
9. Конструкции гидравлического действия	74
10. Конструкции комбинированного действия	78
11. Автоматизация токарных станков для нарезания резьбы	85
12. Использование механизующих устройств новаторами-скоростниками и результаты экспериментальных исследований	96
Глава четвертая. Механизирующие и автоматизирующие устройства для револьверных станков.	116
13. Постоянные настройки и устройства, механизующие получение точных размеров по длине	—
14. Автоматизация циклов обработки и результаты экспериментальных исследований	122
Глава пятая. Механизирующие и автоматизирующие устройства для многорезцовых и карусельных станков	125
15. Устройства для многорезцовых станков	126
16. Экспериментальные исследования и примеры обработки типовых деталей на многорезцовых станках	133
17. Механизирующие устройства для карусельных станков и примеры обработки деталей	135

Глава шестая. Механизирующие и автоматизирующие устройства для сверлильных и расточных станков	140
18. Механизирующие устройства для сверлильных станков	—
19. Автоматизация циклов работы сверлильных станков и примеры обработки типовых деталей	144
20. Механизирующие устройства для расточных станков	155
21. Примеры обработки деталей на расточных станках и экспериментальные исследования	164
Глава седьмая. Механизирующие и автоматизирующие устройства для фрезерных и строгальных станков	167
22. Механизирующие устройства для фрезерных станков	—
23. Автоматизация циклов обработки на фрезерных станках	172
24. Примеры автоматизации циклов обработки на зубофрезерных станках	187
25. Экспериментальные исследования и примеры обработки деталей новаторами	188
26. Механизирующие и автоматизирующие устройства для строгальных станков	191
Глава восьмая. Механизирующие и автоматизирующие устройства для шлифовальных станков	194
27. Механизирующие устройства	—
28. Автоматизация циклов обработки на шлифовальных станках и автоматические подналадчики	199
Литература	209

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть	По чьей вине
98	Табл. 7, 12-я графа слева	$\gamma_1 = 5^\circ$	$\gamma_1 = -5^\circ$	Авт.
110	Табл. 8, примечание	$\Delta l_{\text{ср}} + 3\delta_l$	$\Delta l_{\text{ср}} + 3\sigma_l$	Корр.
111	Табл. 8, 18-я графа слева	$\pm 3\delta_l$	$\pm 3\sigma_l$	„
137	2-я снизу	резцедержателя	резцедержавки	Ред.

Азаров А. С. Зак. 772.

Технический редактор Р. Г. Цольская

Корректор С. Г. Шустер

Подписано к печати 4/IX 1954 г. М-45519. Формат бумаги 60×92¹/₂. Печ. листов 14 (2 вклейки).
Уч.-изд. листов 13,9. Тираж 8000 экз. Заказ 772.

1-я типография Машигиза. Ленинград, ул. Моисеенко. 10