

~~Т. 62/175~~ Проф. А. П. СОКОЛОВСКИЙ

Депозитарий

~~90.582.7~~

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

ВЫПУСК ВТОРОЙ

ОБРАБОТКА ЦИЛИНДРОВ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
БИБЛИОТЕКА

ПАМЯТКА



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПО МАШИНОСТРОЕНИЮ, МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ И ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
ЛЕНИНГРАД 1932 МОСКВА

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Стр.

Глава десятая. Различные схемы расточных операций.

1. Общие замечания об обработке отверстий	5
2. Классификация расточных операций	6
3. Расточные операции, при которых вращается изделие.	7
4. Расточные операции, при которых вращается борштанга.	10
5. Влияние различных приводящих обстоятельств на операцию расточки.	14

Глава одиннадцатая. Специальные станки для расточки цилиндров.

1. Станки со скользящей муфтой	16
2. Станок с движущейся борштангой	19
3. Станок фирмы John Holroyd & Co	23
4. Специальные типы расточных станков	25
5. Расточные станки для автомобильных блоков	26

Глава двенадцатая. Инструмент для расточки и развертывания цилиндров.

1. Различие понятий: расточка и развертывание.	36
2. Сравнение работы одного расточного резца и резцовой головки.	—
3. Форма расточных резцов и режим их работы	38
4. Расточные головки.	—
А. Двусторонние ножовые оправки	42
Б. Многорезцовые расточные головки.	47
5. Развертки.	—
А. Заточка разверток	49
Б. Качающиеся развертки	52
В. Конструкции разверток	54
Г. Инструмент для расточки камеры сжатия.	54
6. Расточные головки и развертки для больших диаметров	57

Глава тринадцатая. Чистовая обработка цилиндров.

1. Различные методы отделки поверхности цилиндров.	59
2. Шлифовка цилиндров.	—
3. Развальцовка, протяжка и некоторые другие методы обработки цилиндров	67
4. Притирка (Lapping).	70
А. Притиры с шлифовальными брусками	73
Б. Хонинг-процесс.	80
В. Станки для доводки при помощи хонинг-процесса	87
5. Обзор методов отделки внутренней поверхности автомобильных цилиндров	89

Глава четырнадцатая. Различные методы обработки цилиндров.

1. Расточка цилиндров на токарных, revolverных и карусельных станках	92
А. Общие замечания.	—
Б. Обработка втулки двигателя Дизеля на revolverном станке Герберта	—
В. Обработка корпуса электромотора на полуавтомате.	95

	Стр.
Г. Обработка корпуса электромотора на карусельном станке.	100
Д. Расточка больших цилиндров на карусельных станках.	108
Е. Обработка рубашки цилиндра большого двигателя Дизеля.	109
Ж. Обточка на оправке больших станин двигателей Дизеля.	111
И. Специальный станок для расточки длинных цилиндров.	113
2. Работы на универсальном фрезерно-расточном станке Keapns.	—
А. Описание станка.	—
Б. Обработка паровозных цилиндров.	116
3. Обработка втулок цилиндров двигателей Дизеля.	119
4. Методы измерения цилиндров.	123

Глава пятнадцатая. Серийное и массовое производство цилиндровых блоков.

1. Общие замечания об обработке блоков автомобильных двигателей.	125
2. Зависимость методов производства от размера выпуска.	126
3. Подготовительные операции.	128
4. Контроль отливок до обработки.	129
5. Фрезеровка и шлифовка наружных поверхностей блока.	131
6. Типы специальных фрезерных станков для обработки блоков цилиндров.	133
А. Продольно-фрезерные станки Ингерсолля.	—
Б. Вертикальные станки для непрерывного фрезерования.	137
В. Станки барабанного типа для непрерывного фрезерования и некоторые другие специальные конструкции.	140
7. Примеры фрезерных и шлифовальных операций.	142
8. Примеры операций по расточке блоков цилиндров.	150
9. Обсверливание блоков и нарезка резьбы.	154
10. Обработка гнезд подшипников коленчатого и распределительного валов.	167
11. Различные специальные операции.	175
12. Контроль.	177

Глава шестнадцатая. Типичные планы операций при обработке автомобильных блоков.

1. Завод Хотчкисс и Ко (Франция).	188
2. Завод Генри Форд в Корке (Ирландия).	192
3. Завод Форд Мотор Ко, Детройт (Америка).	195

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ.

РАЗЛИЧНЫЕ СХЕМЫ РАСТОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ.

1. Общие замечания об обработке отверстий.

Получение точного отверстия является одной из наиболее обычных работ при постройке машин. С этой задачей приходится встречаться постоянно при обработке самых разнообразных деталей и без удачного разрешения ее невозможно построение правильно работающих механизмов. Требование взаимозаменяемости усложняет поставленную задачу, так как помимо условия получения правильной формы и гладкой поверхности, в этом случае необходимо получить размер диаметра, не выходящий из узких пределов допуска. Затруднения растут с увеличением диаметра и длины отверстия.

Обработка цилиндров двигателей является прекрасным примером получения точных отверстий средних и больших диаметров; на разборе различных случаев обработки этих деталей мы изучим обстоятельства, возникающие при обработке точного отверстия вообще. Приведенные ниже рассуждения будут полезны нам и в дальнейшем при рассмотрении таких операций, как расточка подшипников, ступиц маховиков и т. п.

При обработке отверстий, как и в других случаях металлообработки, принято различать операции *черновые* и *чистовые*. Первые имеют целью снятие наибольшего количества металла в кратчайший срок, вторые же — достижение требуемой точности.

На черновых операциях мы сейчас не будем останавливаться и к рассмотрению их обратимся ниже при описании расточных станков, инструмента и отдельных работ, теперь же перейдем к рассмотрению условий получения точного отверстия.

Основные требования к точному отверстию следующие.

а) Правильное положение оси отверстия по отношению к обработанным плоскостям и другим осям (например: при обработке цилиндрических блоков¹⁾, взаимная параллельность осей всех цилиндров).

б) Прямолинейность оси.

в) Отсутствие овала или, иначе говоря, равенство всех диаметров.

г) Цилиндричность отверстия, т. е. отсутствие конуса или вообще изменения диаметра по длине отверстия.

д) Соблюдение точных абсолютных размеров диаметра.

е) Достижение определенного вида поверхности, которая должна быть достаточно гладкой.

Для чистовой обработки оставляется небольшой припуск, который не требует для своего удаления значительной затраты работы. Очевидно, что

¹⁾ Блоком называются несколько цилиндров, отлитых вместе.

чем меньше этот припуск, тем большее требование предъявляется к точности черновых операций, но зато тем меньшая нагрузка падает на чистовые станки. Назначение правильных припусков на чистовую обработку зависит от многих обстоятельств, которые будут рассмотрены ниже на конкретных примерах.

Чистовых операций обычно бывает несколько. Одни из них преследуют главным образом соблюдение первых двух условий, относящихся к положению оси отверстия, а другие служат для приведения отверстия к окончательному виду в отношении устранения овалов и конусности, определенного размера диаметра и наконец придания поверхности цилиндра требуемой степени гладкости.

При обработке цилиндров первые два условия выполняются при расточке, каковая чаще всего производится резцами на токарных или специальных расточных станках.

Теперь мы переходим к рассмотрению различных схем производства расточных операций.

2. Классификация расточных операций.

Под термином *расточка* мы обыкновенно подразумеваем операцию, при которой уже существующее отверстие увеличивается в диаметре. *Развертывание*, строго говоря, есть частный случай расточки, но обычно оно рассматривается, как особая операция. Термин „расточка“ оставляется лишь для тех операций, для выполнения которых мы пользуемся резцами или резцовыми головками.

Ниже (в главе XII) при рассмотрении изменений, вносимых в характер операции применением инструмента с несколькими режущими лезвиями (резцовая головка, зенкер, развертка), мы разясним подробнее разницу между операциями *расточки* в тесном смысле и операцией *развертывания*. Теперь же, при рассмотрении различных схем расточных операций мы сначала будем везде предполагать работу одним резцом.

Все схемы расточных операций можно разбить на две группы:

- 1) расточка, при которой вращается изделие,
- 2) расточка, при которой вращается инструмент.

Примером первой группы операций может служить расточка (обточка внутренней поверхности) на токарном станке, а примером второй — работа обычного расточного станка для цилиндров. Что касается подачи, то она в обоих случаях может сообщаться либо изделию, либо инструменту.

Другим признаком классификации расточных операций может служить *способ направления борштанги*. Последняя может иметь лишь одно закрепление (например в суппорте токарного станка), причем инструмент остается на весу или он может проходить через направляющую втулку, в свою очередь в одном случае лежащую так, что резец оказывается расположенным между опорами, а в другом находящуюся между точкой закрепления борштанги и резцом.

Таким образом комбинируя 4 класса по роду вращения и подачи с 3 классами по способу направления борштанги, мы получим всего 12 основных схем расточных операций. Эти схемы почти все имеют практическое применение в различных типах станков и в свою очередь в зависимости от конструктивного выполнения могут иметь каждая еще несколько вариантов.

Предположим пока, что шпиндель имеет идеально круглые шейки, вполне плотен в своих подшипниках, борштанга проходит сквозь направляющую

резцу без зазора, резцы не тупятся заметно в течение одного прохода, материал изделия совершенно равномерен и припуски на обработку практически одинаковы со всех сторон. Прогибом изделия и нежесткостью его закрепления пренебрегаем.

3. Расточные операции, при которых вращается изделие.

При только что принятых допущениях очевидно, что в каждый момент центр расточенного отверстия будет совпадать с центром вращения шпинделя.

Всякая перемещения резца в направлении перпендикулярном оси вращения в данном случае будут влиять только на диаметр изделия, но не на положение или вид его оси.

При принятых допущениях шпиндель, лежащий плотно в своих подшипниках, будет сохранять постоянную ось вращения, которая и является осью расточенного отверстия (изделие, как предположено, жестко связано со шпинделем).

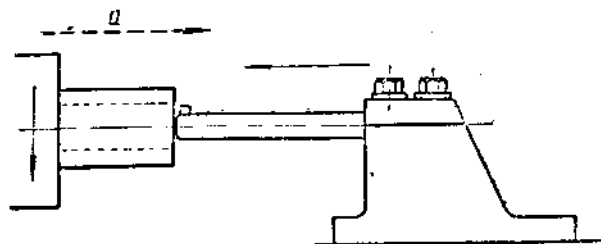


Рис. 164. Схемы расточки 1 и 2.

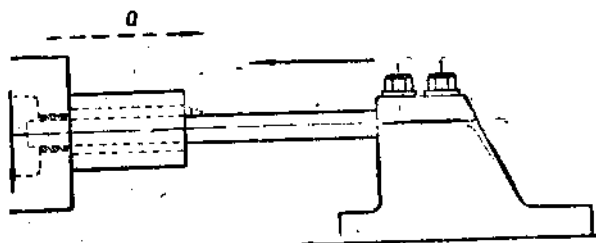


Рис. 165. Схемы расточки 3 и 4.

В результате отверстие получится с прямой осью, положение которой легко проверить изделие при закреплении на планшайбе (рейсмусом или индикатором). Диаметр изделия вообще говоря получится различный в разных точках и оно может оказаться конусным и неправильного размера.

Схема 1 (рис. 164).

а) Вращается изделие.

б) Подачу имеет резец.

в) Направляющих втулок борштанга не имеет.

Это обычная схема расточки на планшайбе токарного, револьверного или карусельного станков.

Примечание. Очевидно, что характер операции не зависит от того, закреплён ли резец в борштанге (оправке), как показано на рисунке, или же применён цельный ковалый резец, как это часто имеет место при расточке на токарных станках, в особенности при отверстиях небольших диаметров.

а) Изделие получается с осью прямолинейной и совпадающей с осью вращения шпинделя.

б) Точность диаметра изделия зависит от степени прямолинейности направляющих и их положения по отношению к оси шпинделя. При подаче

непараллельной оси шпинделя отверстие получится конусным. Конус может быть устранен поворотом передней бабки относительно направляющих.

в) Прогиб борштанги от давления на резец и действия собственного веса влияет лишь на диаметр изделия. При большой длине расточки этот прогиб велик, легко ведет к появлению дрожаний и кроме того дает конус. При таких условиях можно работать только при малых стружках. Вообще говоря, схема удобна при обработке отверстий с малым отношением длины к диаметру.

Схема 2 (рис. 164 — движение по стрелке а).

а) Вращается изделие.

б) Подачу имеет также изделие.

в) Направляющих втулок борштанга не имеет.

Очевидно схема приводит к совершенно тем же результатам, что и предыдущая.

Схема 3 (рис. 165).

а) Вращается изделие.

б) Подачу имеет резец.

в) Борштанга проходит сквозь направляющую втулку в шпинделе станка.

Эта схема очень часто встречается при расточке отверстий на revolverных станках и полуавтоматах. В шпиндель запрессовывается каленая втулка, сквозь которую проходит направляющий хвост борштанги. Очевидно закрепление борштанги значительно более жесткое, чем в предыдущем случае, и при работе по данной схеме производительность будет много выше благодаря возможности значительно увеличить сечение стружки.

Что касается вида получаемого отверстия, то очевидно он в сильной степени будет зависеть от правильности положения направляющей втулки.

Если она расположена *строго концентрично* с осью вращения шпинделя и кроме того ось борштанги также совпадает с этой осью, то при подаче строго параллельной оси шпинделя — отверстие получится совершенно цилиндрическое с осью, совпадающей с осью шпинделя.

Но если не выполнено одно из последних перечисленных условий, то очевидно борштанга будет изгибаться и вообще говоря прогиб будет меняться по мере движения супорта. Ось отверстия однако попрежнему будет совпадать с осью вращения шпинделя. В результате:

а) Ось изделия будет прямолинейной и совпадающей с осью вращения шпинделя.

б) Диаметр изделия зависит не только от формы и направления параллелей станка, но и от положения втулки, так как путь движения резца определяется не только параллелями, но и характером изгиба борштанги.

в) Прогобы борштанги от давления на резец влияют лишь на диаметр изделия. Эти прогибы однако в данном случае много меньше, чем при работе по схемам 1 и 2.

г) При *несовпадении оси втулки с осью вращения шпинделя* очевидно борштанга при вращении шпинделя будет все время перегибаться, причем резец будет то приближаться к оси вращения, то удаляться от нее. В результате отверстие получится овальное (точнее яйцевидное).

Схема 4 (рис. 165 — движение по стрелке а).

а) Вращается изделие.

б) Подачу имеет также изделие.

в) Борштанга проходит сквозь направляющую втулку в шпинделе станка.

Очевидно схема эта по результатам не отличается от предыдущей.

(схема 5 (рис. 166).

а) Вращается изделие.

б) Подачу имеет резец.

в) Борштанга проходит сквозь направляющую втулку, расположенную между суппортом и изделием и вращающуюся вместе с изделием (втулка укреплена в приспособлении для закрепления изделия на планшайбе).

Очевидно случай этот сводится к случаю 3-му, но благодаря невыгодному соотношению плеч влияние неправильности в установке направляющей втулки скажется здесь значительно сильнее. С другой стороны влияние направляющей на увеличение жесткости значительно лишь при начале расточки. По мере отхода резца от направляющей, борштанга получает воз-

можность изгибаться и жесткость ее почти не отличается от жесткости борштанги без направляющей (схема 1).

Резюмируя сказанное, приходим к следующему выводу.

Работа по схеме 5 принципиально аналогична работе по схеме 3, но все невыгодные особенности схемы 3 здесь выступают рельефнее.

Увеличение жесткости при работе одним резцом у конца хода почти не достигается и поэтому схема для такой работы меняться не должна.

При работе резцами с несколькими режущими кромками схема применяется довольно часто. Здесь важно дать инструменту направление в начале работы. В дальнейшем оно достигается самой конструкцией резцовой головки или развертки.

Примечание 1. Если втулка не вращается, будучи укреплена в люнете, установленном на станке (рис. 167), то получим схему 5а, во всем аналогичную схеме 5 кроме того, что изгиб борштанги не меняется при вращении изделия и возможность получения отверстия яйцевидной формы здесь очевидно исключается¹⁾.

Схема часто применяется при работе резцовыми головками и развертками при расточке глубоких дыр (валы, шпинделя, орудия).

Примечание 2. При работе по схеме 5а при наличии очень длинных плотных направляющих втулок и больших расстояниях от точки закрепления борштанги до втулки (длинная борштанга) неблагоприятные влияния сильно ослабляются, так как вследствие своей гибкости борштанга будет за втулкой иметь направление, приближающееся к направлению самой втулки и независимое от положения суппорта. Величина прогиба и изменение диаметра таким образом будут меньше чем при малом расстоянии суппорта от люнета.

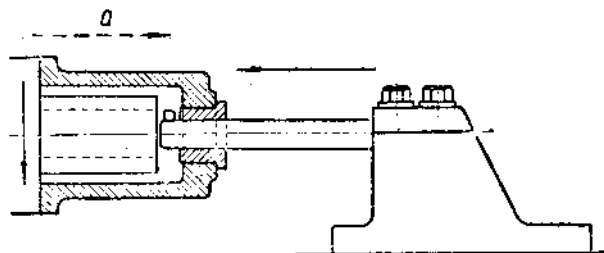


Рис. 166. Схемы расточки 5 и 6.

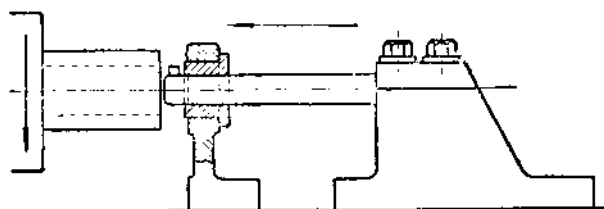


Рис. 167. Схема расточки 5а.

¹⁾ По крайней мере при сделанных выше предположениях. См. конец § 2.

Схема 6 (рис. 166 — движение по стрелке «а»).

а) Вращается изделие.

б) Оно же имеет подачу.

в) Борштанга проходит через направляющую, расположенную между резцом и точкой закрепления борштанги.

Очевидно все выводы совершенно те же что и при схеме 5.

Возможна также схема 6а аналогичная схеме 5а.

4. Расточные операции, при которых вращается борштанга.

В этом случае положение центра окружности, по которой перемещается острие резца и которая вместе с тем является сечением цилиндра плоскостью перпендикулярной его оси, очевидно зависит от формы борштанги и направления ее движения. Так как борштанга перемещается относительно изделия, то вообще говоря центр упомянутой окружности описывает отно-

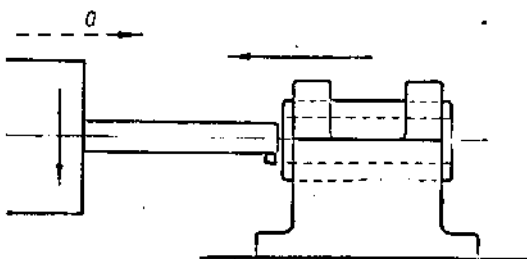


Рис. 168. Схемы расточки 7 и 8.

сительно изделия некоторую траекторию, являющуюся осью расточенного отверстия. Эта траектория не будет обязательно прямой линией, хотя бы и были соблюдены все перечисленные выше условия (см. конец § 2).

Положение оси отверстия совпадает с направлением перемещения борштанги, а не с направлением, принятым ранее за

ось изделия (например ось наружной поверхности цилиндрической втулки, ранее обточенной).

Изменяя положение направляющих, в которых движется борштанга, мы не получаем конического отверстия, а только изменяем положение его оси относительно изделия.

Таким образом при работе вращающейся борштангой точное положение и прямолинейность оси достигается труднее, чем при работе с вращающимся изделием, но зато легче достигается получение строго цилиндрических (неконусных) отверстий.

Схема 7 (рис. 168).

а) Изделие не вращается — борштанга вращается.

б) Подачу имеет изделие.

в) Направляющие втулки для борштанги отсутствуют (резец на весу).

Такую схему мы получаем при расточке на токарном станке, если борштанга закреплена в шпинделе, а изделие установлено на суппорте. Рассматриваемая схема приводит к следующим результатам.

а) Ось изделия совпадает с направлением подачи и будет прямолинейна лишь при строго прямолинейных направляющих. Всякие отклонения в направлении движения суппорта вызывают смещение и искривление оси.

б) Изгиб борштанги от собственного веса и от давления резца изменяет положение последнего, а следовательно и оси изделия, но, будучи постоянным для всех положений суппорта, не вызывает ни искривления этой оси ни появления овала.

а) Диаметр изделия получается постоянным, независимо от положения направляющих по отношению к оси шпинделя. Это — крупное преимущество данной схемы, заставляющее широко пользоваться ею при построении расточных и шлифовальных станков для цилиндров.

г) Закрепление борштанги лишь у одного конца не позволяет брать столь толстые стружки, как при наличии дополнительных направляющих для нее. Поэтому схема более пригодна для расточки отверстий с малым отношением длины к диаметру.

Схема 8 (рис. 168 — движение по стрелке а).

а) Изделие неподвижно — вращается борштанга.

б) Подачу имеет борштанга.

в) Направляющие для борштанги отсутствуют.

Очевидно схема во всем аналогична предыдущей. Обычная схема расточки на станках типа вертикально-сверлильных, например для автомобильных блоков; имеет вообще широкое применение наравне со схемой 7.

Схема 9 (рис. 169).

а) Изделие неподвижно — борштанга вращается.

б) Подачу имеет борштанга.

в) Борштанга проходит через направляющую втулку, расположенную по другую сторону изделия.

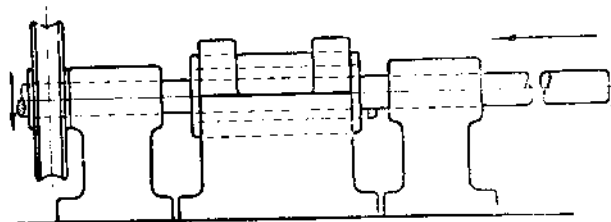


Рис. 169. Схема расточки 9.

Это обычная схема расточного станка с движущейся борштангой.

Борштанга имеет здесь гораздо большую жесткость чем в двух предыдущих случаях. Поэтому опасность возникновения дрожаний здесь много меньше и можно работать с большими сечениями стружки и растачивать длинные отверстия. Однако появление направляющей вызывает опасность искривления пути резца вследствие несовпадения оси вращения борштанги с осью втулки, а также вследствие кривизны самой борштанги.

Примечание. Кривизна борштанги очевидно не имеет никакого значения при расточке по схемам 7 и 8.

В рассмотренном случае при движении борштанги путь резца очевидно следует форме кривой изгиба борштанги и ось отверстия может получать различные формы, приближающиеся к параболе, имеющие форму удлиненной буквы S и т. д. Форма кривой будет зависеть от положения люнета относительно борштанги и формы ее оси.

Отклонение резца вследствие прогиба борштанги от собственного веса очевидно различно в различных его положениях. При положении резца посередине между опорами оно наибольшее, а при перемещении по направлению к опорам уменьшается, доходя у опор до нуля.

Таким образом прогиб борштанги ведет к искривлению оси отверстия.

Прогиб борштанги от давления резца также различен при различных положениях последнего. В результате отверстие у концов получается большего диаметра чем посередине.

Что касается диаметра изделия, то он не зависит ни от правильности

положения люнета, ни от действия собственного веса. При снятии малых чистовых стружек отклонение резца от давления стружки невелико. Следовательно при данной схеме диаметр изделия сохраняется хорошо.

Резюмируя все сказанное, приходим к выводу, что работа по схеме 9 приводит к следующим результатам.

а) Ось получается вообще говоря искривленная, прямолинейность достигается лишь при тщательном выполнении борштанги и при идеально правильной установке люнета.

б) Диаметр получается постоянный и отверстие круглое. Отклонения в диаметре зависят от давления стружки.

в) Конструкция станка очень жесткая, борштанга имеет опоры, наиболее близко расположенные.

Схема 10 (рис. 170).

а) Изделие не вращается — вращается борштанга.

б) Подача сообщается изделию.

в) Борштанга проходит через направляющую, расположенную по другую сторону изделия.

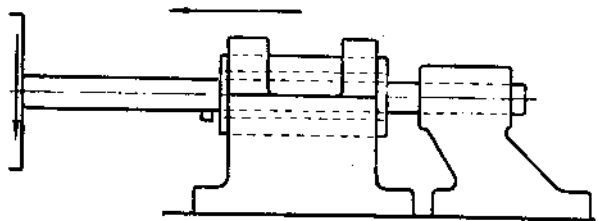


Рис. 170. Схема расточки 10.

Это схема расточки на токарном станке, когда изделие установлено на суппорте, а борштанга между центрами. Та же схема применяется и в некоторых конструкциях специальных расточных станков. Легко видеть, что расстояние между опорами

имеет в данном случае большую длину, превышающую удвоенную длину расточки. Следовательно наличие люнета значительно меньше увеличивает жесткость конструкции чем в предыдущем случае, где это расстояние может быть сделано лишь немногим больше однократной длины расточки. Но сопоставляя схему 10 со схемой 7, мы видим, что прогиб в первой все же получается значительно меньше. Это легко видеть, сравнивая прогиб конца балки длиной l и заделанной одним концом, с прогибом посередине балки длиной $2l$, но лежащей на двух опорах.

Первый определяется формулой

$$f_1 = \frac{p l^3}{3 E J},$$

а второй формулой

$$f_2 = \frac{p (2l)^3}{48 E J} = \frac{p l^3}{6 E J}$$

Следовательно

$$f_1 = 2 f_2.$$

При работе по схеме 9 прогиб будет

$$f_3 = \frac{p l^3}{48 E J},$$

в 8 раз меньше прогиба по схеме 10 и в 16 раз меньше прогиба по схеме 7. Невозможность иметь длины борштанг точно равные l и $2l$ (припуск на длину муфт и т. д.) несколько меняет числовые результаты, но в основном соотношение жесткости при разных схемах расточки такое, какое получается из приведенных формул.

Давая меньшую жесткость, схема 10 имеет большое преимущество по сравнению со схемой 9 в том отношении, что благодаря неподвижности борштанги в продольном направлении не важна ни правильность ее формы, ни идеально точная установка люнета.

Искажение борштанги отражается на положении резца — но так, что его смещение по данной причине одинаково по всей длине цилиндра. Следовательно условия работы получаются совершенно такие же, как при схеме 7, и свойства схемы 10 совершенно те же, что и схемы 7 (кроме некоторого увеличения жесткости).

Схема 11 (рис. 171).

а) Изделие неподвижно — борштанга вращается.

б) Подача сообщается борштанге.

в) Направляющая втулка расположена по ту же сторону от изделия, как и главный подшипник борштанги.

Схема применяется при расточке на станках с вертикально сверлильных.

Очевидно все свойства этой схемы совершенно совпадают со свойствами схемы 9, но благодаря невыгодному соотношению плеч все недостатки последней выступают особенно рельефно.

Рассуждая так же, как при разборе схем 5 и 5а, приходим к выводу, что схему 11 целесообразно применять лишь при инструменте с несколькими лезвиями.

Схема 12 (рис. 171 — движение по стрелке a).

а) Изделие не вращается — вращение имеет борштанга.

б) Подача сообщается изделию.

в) Направляющая втулка расположена по ту же сторону, как и главный подшипник. Очевидно добавка люнета не вносит ничего нового по сравнению со схемой 7. Борштанга только получает лишний подшипник. Эта схема — лишь другое конструктивное выполнение схемы 7, а следовательно имеет те же свойства ¹⁾.

Станки, в которых только борштанга вращается, изделие же неподвижно, а подача сообщается муфте, скользящей по борштанге (рис. 172) —

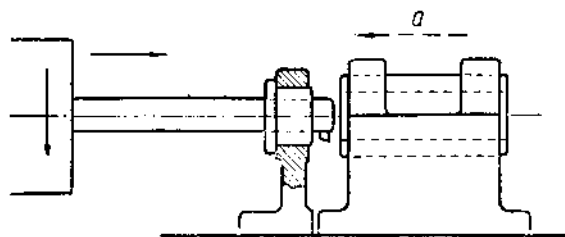


Рис. 171. Схемы расточки 11 и 12

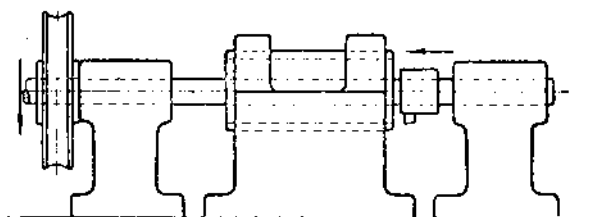


Рис. 172. Схема станка с движущейся муфтой.

¹⁾ При этом предполагается, что направляющий подшипник неподвижен. Очевидно он должен быть выполнен так, чтобы не мешать движению суппорта.

очень распространены. Обычно борштанга вращается на двух опорах, между которыми и расположена скользящая муфта. Легко видеть, что это исполнение есть вариант схемы 9, в котором перемещение борштанги заменено перемещением муфты. Свойства схемы совпадают в основном со свойствами схемы 9. Особенности схемы, вытекающие из ее конструктивного исполнения, рассмотрим ниже.

5. Влияние различных привходящих обстоятельств на операцию расточки.

В конце § 2 мы перечислили главнейшие допущения, сделанные нами при рассмотрении различных схем. На практике эти условия соблюдаются лишь отчасти.

а) *Овальность шеек шпинделя* — при станках, где изделие вращается — целиком передается изделию, при станках же с вращающейся борштангой положение реза по отношению к шпинделю не меняется и поэтому овал шпинделя (или борштанги) передается изделию в значительно меньшей степени.

б) *Овальность подшипников шпинделя и люнета борштанги.*

Здесь, наоборот, при вращающемся изделии влияние овала подшипников меньше чем при вращающейся борштанге. Сказанное в пп. а и б будет вполне понятно, если учесть, что результирующее давление резания и веса изделия прижимает при вращающемся изделии различные точки шейки к одной и той же точке подшипника, а при вращающейся борштанге определенная точка шейки (противоположная направлению давления на резец) прижимается к различным точкам окружности подшипника. В последнем случае однако вес борштанги и напряжение при изгибе ее от плохого совпадения осей подшипников действуют иначе чем давление реза, передавая изделию частично и овал шеек.

в) *Зазор в подшипниках и направляющих втулках* отражается на работе станка, делая положение шпинделя и борштанги неопределенным, зависящим от колебаний усилия резания. В результате получаются овалы, конуса и неправильные размеры отверстия. При работе по различным схемам это влияние весьма различно и зависит от ряда причин.

Заметим, что неплотность подшипников часто влечет за собой еще появление вибраций.

г) *Затупление реза* во время прохода — совершенно неизбежное явление. Для того чтобы оно не выходило из определенных пределов, обычно скорости резания при чистовой расточке берутся очень умеренные. Износ реза сообщает растачиваемому цилиндру конусность.

д) *Неравномерная твердость материала и неравномерность припусков на обработку* ведет к появлению овалов и конусов при расточке, обусловливаемых колебанием усилия резания и вызываемым этим обстоятельством изменением отклонения реза вследствие упругости борштанги и всей системы. Очевидно самым верным средством уменьшения влияния данного обстоятельства является оставление лишь самых небольших припусков на чистовую обработку. Усилия конечно будут меняться и при малых припусках, но, будучи незначительны по абсолютной величине, они вызывают лишь небольшие деформации. Следовательно изменения этих деформаций, составляя часть полной деформации, тем более не будут велики.

Заметим однако, что при уменьшении припуска ниже определенных пределов (особенно при расточке стальных цилиндров) резец может совер-

ценно не взять стружки. Предположим, у нас для вывода овала осталось снять при последнем проходе с одной стороны 0,04 мм, а с трех других лишь 0,02 мм. Если резец будет скользить и не возьмет 0,02 мм, а 0,04 мм с другой стороны будут удалены, то очевидно в результате овал останется, переменя лишь направление.

Важным условием получения точных отверстий является *острота резца*, так как усилие резания и отталкивания, как известно сильнейшим образом зависит от состояния режущей кромки.

е) *Прогиб изделия и его смещение*. Очевидно правильность закрепления изделия является весьма важным условием получения точных отверстий. Если сжать втулку хомутами так, что она получит прогиб, то окажется, что после снятия со станка цилиндр имеет овал. Кроме применения надлежащего способа закрепления часто прибегают при чистовых проходах к ослаблению зажимов.

Смещение изделия, вращающегося на планшайбе, поведет конечно, к полному искажению отверстия. Трудность надежного закрепления громоздких и неудобных по форме изделий часто заставляет при выборе типа станка руководствоваться не только теоретической правильностью схемы его работы, но и практическими удобствами при установке и закреплении изделия.

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СТАНКИ ДЛЯ РАСТОЧКИ ЦИЛИНДРОВ.

1. Станки со скользящей муфтой.

Станки со скользящей муфтой являются самой старой конструкцией расточных станков, но эта конструкция и по сей час имеет очень широкое применение. Борштанга только вращается, не имея поступательного движения. Резцы, помещенные в особую муфту, вместе с последней перемещаются вдоль борштанги. Передвижение муфты осуществляется при помощи винта, расположенного в пазу и вращающегося от дифференциальной зубчатой передачи или при помощи звездочки. Схема расточки дана на рис. 172.

Конструктивный разрез станка фирмы Frogier представлен на рис. 173.

Для расточных станков довольно типична червячная передача движения шпинделю. Интересно также устройство дифференциальной передачи к подающему винту: сам винт расположен в пазу борштанги эксцентрично и получает вращение от центрального валика, расположенного в шпинделе, при помощи пары цилиндрических шестерен. Центральный валик вращается от одной из четырех шестерен r_6, r_8, r_{10}, r_{12} , сидящих на шпонке на его выступающем из шпинделя конце. Рядом со шпинделем расположен вспомогательный валик, несущий четыре шестерни r_5, r_7, r_9, r_{11} , сцепляющиеся с шестернями на центральном валике. В действии находится только одна из шестерен вспомогательного валика, так как на нем имеется передвижная шпонка, производящая сцепление любой одной шестерни с валиком. Сам валик получает вращение от одной из шестерен r_2 и r_4 , также через подвижную шпонку. Эти шестерни вращаются от шестерен на шпинделе r_1 или r_3 .

Таким образом возможно получить две скорости вспомогательного валика и при четырех парах шестерен, передающих движение от валика винту, всего 8 подач. Передаточное число в одном случае получится например равным

$$\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}.$$

Если все эти четыре сцепляющиеся шестерни одинаковы, то винт вращается с той же скоростью, как и шпиндель, и относительного движения они иметь не будут. Следовательно подача будет равна нулю. Если имеется малая разница в диаметрах шестерен, то получится также небольшая разница в скоростях вращения борштанги и винта, которая и обуславливает передвижение муфты по борштанге. В данном случае число зубцов шестерен такое:

- r_1 — 64 зубца
- r_2 — 56 зубцов
- r_{11} — 60 зубцов
- r_{12} — 61 зубец

Передача от центрального валика в шпинделе к винту равна 1. Ход винта $S = 19,1$ мм ($3/4''$).

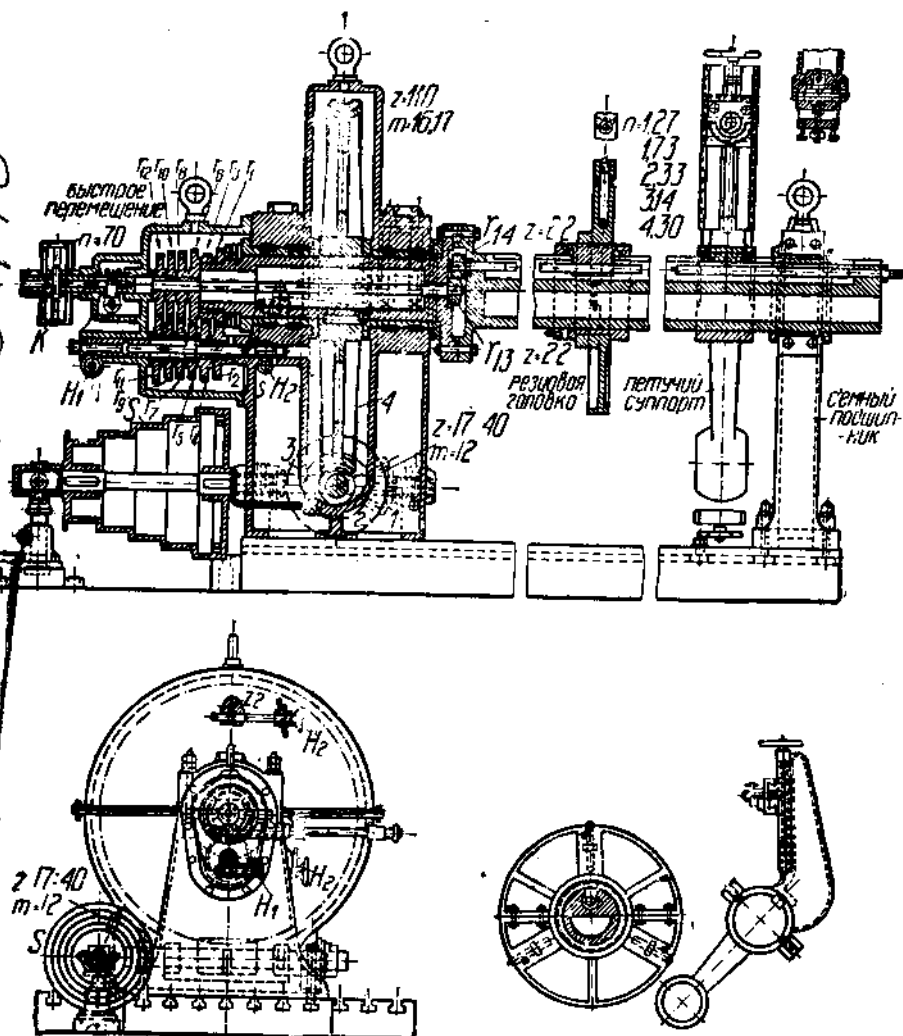


Рис 173. Расточный станок с движущейся муфтой.

Теперь подача получается равной

$$\left(1 - \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}\right) \cdot S = \left(1 - \frac{64}{56} \cdot \frac{60}{61}\right) 19,1 = -2,4 \text{ мм.}$$

Следовательно при каждом обороте борштанги муфта сместится на 2,4 мм назад. При других включениях подвижных шпонок получим другие подачи как в одну, так и в другую сторону. Для передвижения муфты вручную служит квадрат на правом конце винта.

Данный станок имеет еще механизм для быстрого передвижения муфты на борштанге. Для этого подвижная шпонка ставится в положение, при

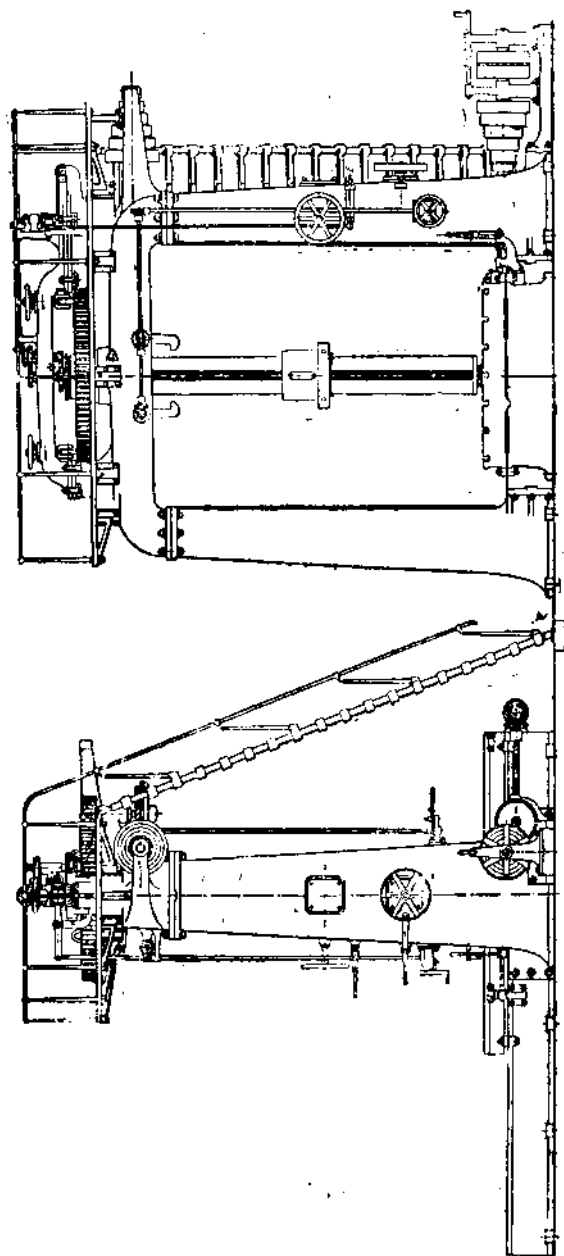


Рис. 174. Расточный станок вертикального типа.

котором все четыре шестерни на вспомогательном валике выключены. Взамендифференциальной передачи включается шкив на конце центрального валика.

Для обточки торцов служит летучий супорт, изображенный на том же рис. 173. Он состоит из двух половинок и закрепляется наглухо на шпонке на концах борштанги. Подвижная часть супорта имеет подачу по радиусу при помощи винта, вращаемого от звездочки. При каждом повороте борштанги звездочка на внешнем конце винта зацепляется за упор на нижней плите и поворачивает винт. Место установки супорта по длине борштанги произвольно. Можно одновременно работать двумя такими супортами, расположенными на обоих концах борштанги; в таком случае они обтачивают сразу оба торца цилиндра.

Основное преимущество описываемого типа — это простота и компактность устройства. При точном выполнении можно получить хорошую работу. Недостатки данной конструкции следующие.

Неудобство установки изделия Действительно, чтобы поставить цилиндр для расточки необходимо либо, удалив правую стойку, заводить цилиндр с торца, либо сняв крышку правого подшипника и разобрав болты муфты, поднимать цилиндр

вместе с борштангой, вставляя ее в цилиндр заблаговременно. Оба способа плохо вяжутся с современными воззрениями на совершенство конструкций станков с точки зрения их обслуживания. При расточке разъемных цилиндров этот недостаток чувствуется меньше.

Паз для винта ослабляет борштангу. Кроме того необходимость закрепления гайки в муфте и требование известной жесткости этой муфты, имеющей самостоятельное движение по борштанге, заставляют придавать муфте довольно солидные размеры. Для этого необходимо, чтобы диаметр борштанги был значительно меньше диаметра цилиндра. В результате при длинных цилиндрах небольших диаметров борштанга не может быть сделана достаточно солидной и станок не дает требуемой производительности.

Особенно сильно сказывается ослабление борштанги при упрощенной конструкции ее (иногда применяемой), при которой подающий винт расположен в центре борштанги. Такая конструкция позволяет избавиться от одной передачи (между винтом и центральным валиком).

При расточке цилиндров больших диаметров имеется достаточно места для размещения как солидной борштанги, так и муфты.

Описываемая схема осуществляется также в станках вертикального типа (рис. 174). Такие станки применялись очень часто для расточки цилиндров больших судовых паровых машин. В настоящее время они строятся редко.

Преимущества вертикального станка:

а) *Расточка происходит в вертикальном положении*, т. е. в том, в каком цилиндр будет впоследствии работать. При горизонтальной расточке больших тонкостенных цилиндров не исключена возможность известной деформации изделия от собственного веса, которая будет разной во время расточки и во время работы.

б) Более существенно преимущество, обусловленное работой самой борштанги в вертикальном положении. *Борштанга не прогибается от собственного веса*, а поэтому устраняется некоторое искривление оси цилиндра, неизбежное в станках горизонтального типа.

Неудобства вертикального станка:

а) *Затруднительность наблюдения за работой резца.*

б) *Неудобство установки изделия.* Обычно такие станки имеют подвижную основную плиту, благодаря чему верхняя траверса станка не мешает работе крана. Что касается самой борштанги, то при достаточной высоте здания она устанавливается подъемным краном ничуть не с большими затруднениями чем при станках горизонтального типа.

2. Станок с движущейся борштангой.

Другой весьма распространенный тип цилиндрического станка представлен на рис. 175. 1) Станок работает по схеме 9 предыдущего параграфа. Разрез его бабки изображен на рис. 176.

Из рисунков видно, что червячная шестерня сидит не прямо на борштанге, а на промежуточной втулке, в которой скользит вдоль своей оси борштанга. Во втулке закреплены две шпонки, расположенные под 180° , скользящие в канавках борштанги. Эти шпонки заставляют последнюю вращаться вместе со втулкой, не мешая однако их относительному скольжению.

1) Подобный станок фирмы Коллет и Энгельгардт работает на заводе Русский Дизель.

Летучие супорта в данной конструкции не могут закрепляться на борштанге, так как последняя движется вдоль своей оси. Поэтому эти супорта укреплены на выступающих из подшипников концах упомянутой втулки.

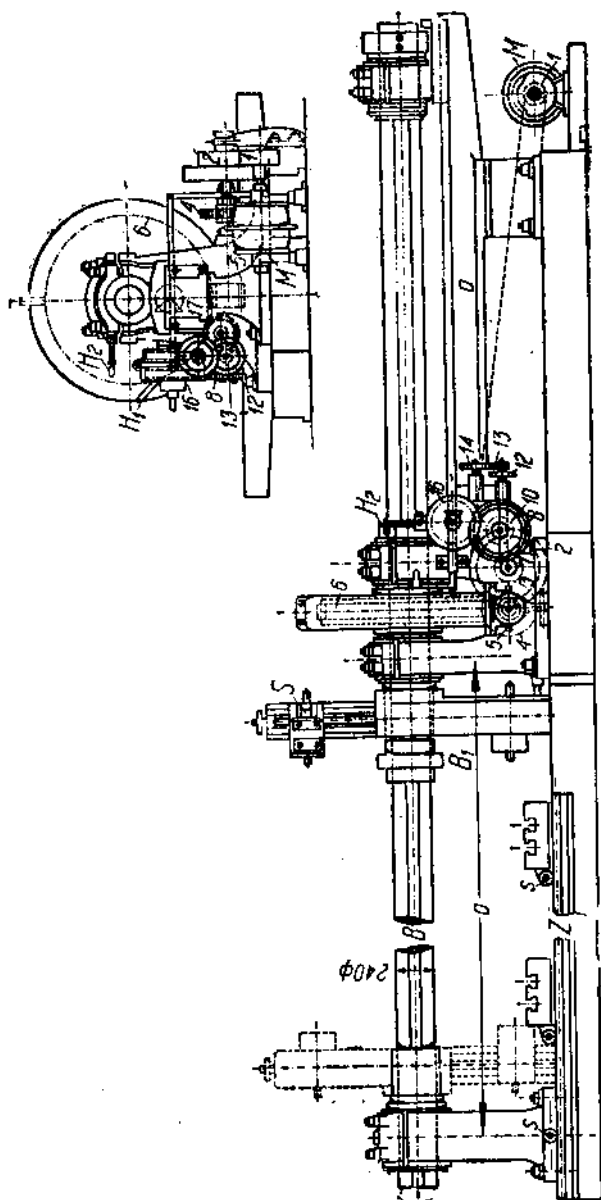


Рис. 175. Расточный станок с движущейся борштангой.

Так как втулка только вращается, не имея поступательного движения, то работа супортов протекает нормально.

Подача борштанги здесь осуществляется следующим образом: ее правый

конец вращается в подшипнике, расположенном в ползуне. Этот ползун перемещается по направляющей и поддерживает задний конец борштанги. Борштанга лежит не прямо в подшипнике, а в промежуточной втулке, которая вращается в неподвижной опоре. Благодаря такому устройству борштангу можно передвигать в ползуне, закрепляя ее во втулке в различных положениях. Подача сообщается ползуну при посредстве винта. Благодаря возможности передвигать борштангу в ползуне ход последнего может быть сделан меньше полного хода борштанги.

Описанные станки имеют следующие преимущества.

а) *Удобство установки изделия.* Борштанга легко от привода убирается в сторону, причем летучие супорты остаются на своих местах. После установки изделия борштанга вновь вдвигается на место.

б) *Резцовая муфта крепится на борштанге намертво.* Благодаря этому борштанга может иметь большие размеры по отношению к диаметру изделия чем в станках со скользящей муфтой.

Главнейшие недостатки станка:

а) *Большая длина и известная сложность устройства.*

б) *Недостатки работы по схеме 9* (общие с недостатками станков с движущейся муфтой), вытекающие из изменения опорных условий для борштанги по мере ее движения. При нахождении резца у опоры прогиб борштанги равен нулю. При положении резца посере-

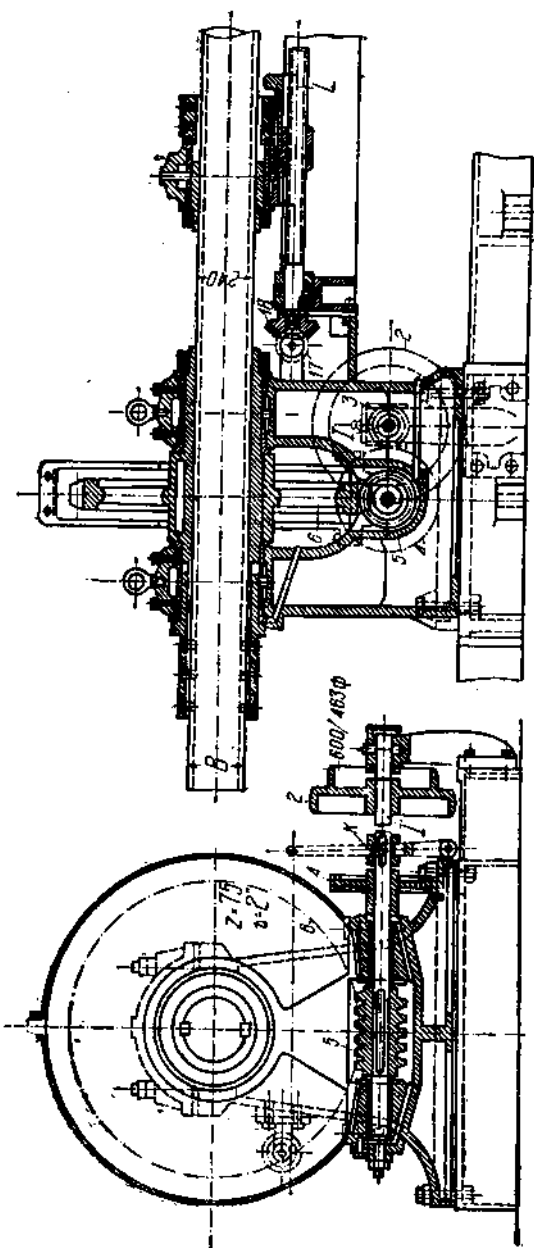


Рис. 176 Бабка расточного станка с движущейся борштангой.

дине прогиб достигает максимума. Это ведет к получению изогнутой оси цилиндра.

Подсчитаем прогиб оси, полагая, что борштанга имеет сплошное круглое сечение.

Расстояние между опорами	2000 мм
Диаметр борштанги	240 "
Вес муфты с резцами	150 кг
Вес части борштанги длиной 2000 мм	700 "

Момент инерции (пренебрегая пазами для шпонки) равен 16300 см⁴.

Принимая борштангу за балку, свободно лежащую на двух опорах, получим:

Прогиб от веса борштанги:

$$\frac{5 \cdot 200^3 \cdot 700}{384 \cdot 2100000 \cdot 16300} \cdot 10 = 0,021 \text{ мм.}$$

Прогиб от веса муфты:

$$\frac{200^3 \cdot 150}{48 \cdot 2100000 \cdot 16300} \cdot 10 = 0,007 \text{ мм.}$$

Подный прогиб:

$$0,021 + 0,007 = 0,028 \text{ мм,}$$

т. е. почти три сотых миллиметра. На самом деле прогиб от веса будет несколько меньше, так как свешивающиеся концы борштанги меняют условия закрепления концов, и она не может, строго говоря, рассчитываться, как балка, свободно лежащая на двух опорах. Во всяком случае даже такая толстая и короткая борштанга прогибается на сотые миллиметра.

При длинных цилиндрах и малых диаметрах борштанги прогибы будут значительно больше, вызывая сильное искривление оси. Например, беря в том же примере длину не 2, а 4 метра, получим прогиб равный 0,22 мм, т. е. величину уже весьма заметную.

Часто борштангу растачивают внутри, чем достигается уменьшение ее веса почти без изменения момента инерции. В результате прогибы несколько уменьшаются.

Летучие супорта, укрепленные на самой борштанге (станок со скользящей муфтой) или на выступающих втулках (станок с движущейся борштангой) от изгиба борштанги или от слабину втулки в подшипнике *становятся в косое положение и торцы цилиндра получаются не перпендикулярными его оси.*

Перечисленные дефекты — *органические* для горизонтальных станков данных типов; их можно уменьшить только увеличивая жесткость станка и тщательность его выполнения.

Вредное действие прогибов от собственного веса вполне устраняется лишь при вертикальном положении борштанги.

Припоминая другие источники погрешностей при работе по схеме 9 и учитывая влияние ряда приходящих обстоятельств, мы не должны будем удивляться трудностям, возникающим при расточке длинных цилиндров (например втулок цилиндров дизелей) в смысле получения прямой оси и перпендикулярных к ней торцов.

3. Станок фирмы John Holroyd & Co.

Крупные перечисленные преимущества вертикальных типов, к которым при цилиндрах небольших диаметров и интенсивно ведущейся расточке прибавляется еще одно весьма существенное преимущество — свобода от стружек, попадающих при горизонтальном расположении под резец, заставляют создавать новые конструкции вертикальных станков. В них сделаны попытки устранить тем или иным способом недостатки описанного старого вертикального цилиндро-расточного станка.

Приводим описание станка John Holroyd & Co Ltd, Milnrow near Rochdale (рис. 177 и 178). Он предназначен исключительно для расточки втулок цилиндров больших дизелей.

Наибольший диаметр втулки . . . 1000 мм (34")
Наибольшая длина 4000 мм (13')

Вес станка с электромотором 70 тонн.

Занимаемая площадь пола
4900 × 4000 мм (16' × 13').

Станок принадлежит к типу расточных станков со скользящей муфтой, т. е. по принципу работы не отличается от обычного вертикального станка этого рода, но выполнение его совершенно новое.

Основанием станка служит пустотелая отливка *A*, к которой приболчена высокая односторонняя колонна *C*. Внутри основания помещаются коробка скоростей и коробка подач. Подшипники шпинделя укреплены внутри того же основания, а борштанга крепится к выпущенному концу шпинделя с фланцем *G*. Верхний конец борштанги вращается внутри подшипника *D*, помещенного в solidном кронштейне, который может откидываться в сторону на шарнире *H*, сделанном в салазках *D*₁, скользящих по колонне.

Низ детали *D*, а также верх коробки *K*, находящейся внизу, сделаны с заточкой по размеру наибольшей растачиваемой втулки. При расточке меньших втулок ставятся промежуточные шайбы.

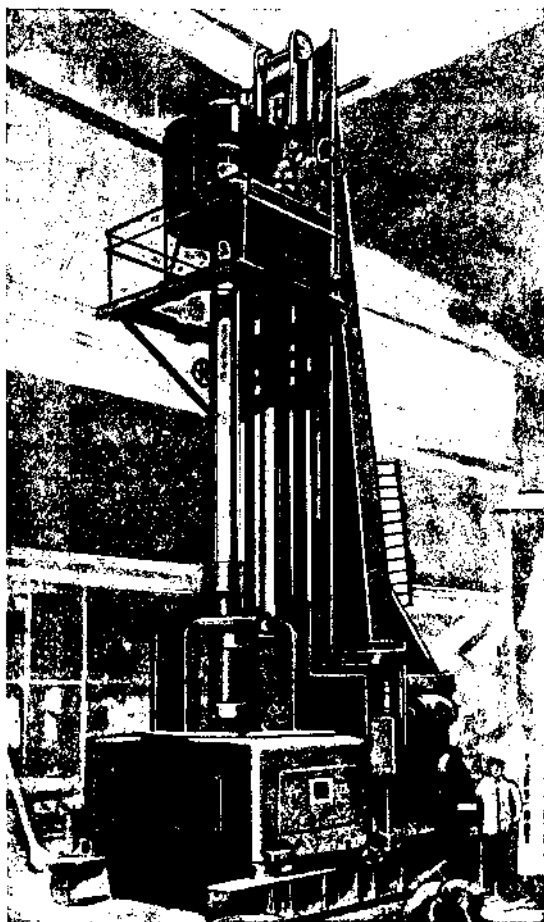


Рис. 177. Общий вид расточного станка John Holroyd.

Подшипник D вместе с салазками D_1 удерживается грузом J и может быть поднят выше конца борштанги, освобождая одновременно втулку из заточки. Откинув его в сторону, можно легко втулку снять и поставить новую.

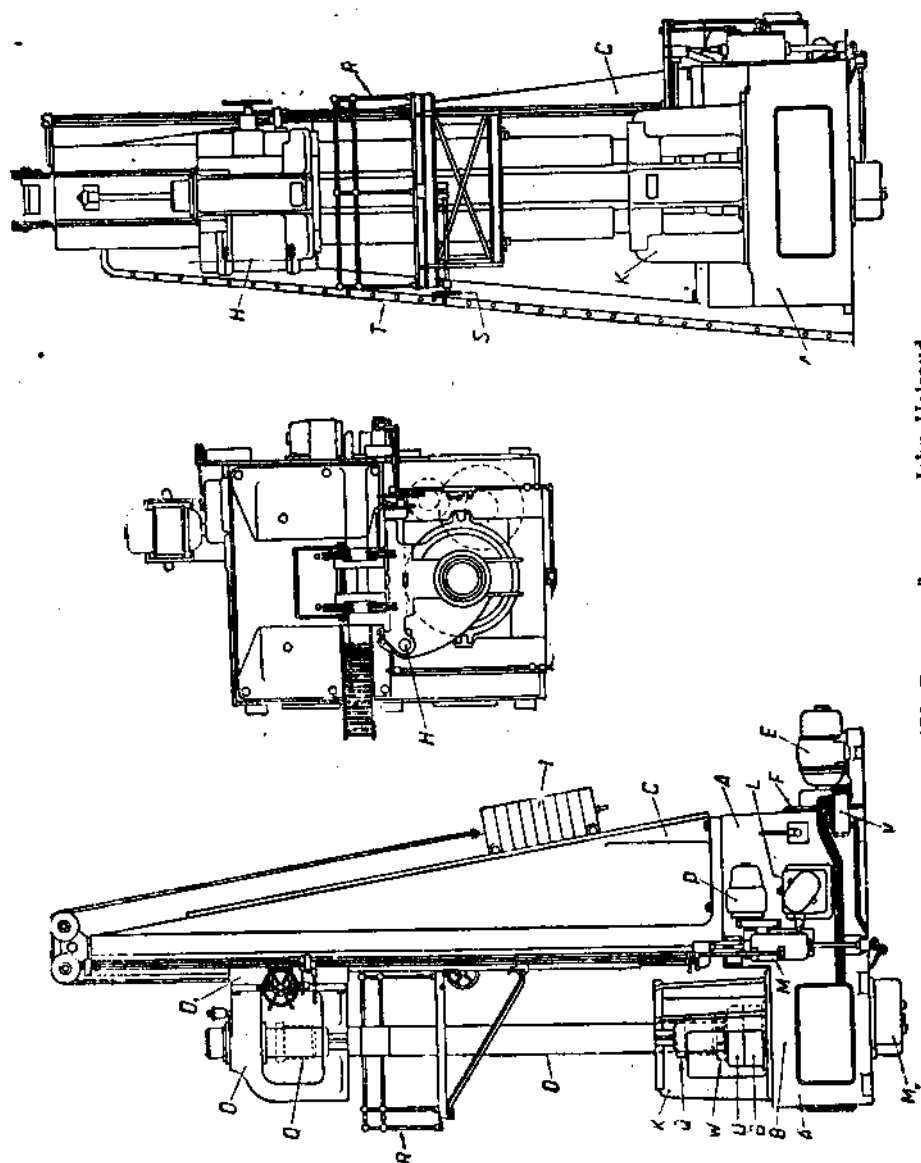


Рис. 178. Расточный станок John Holroyd.

Это устройство устраняет крупный дефект станков со скользящей муфтой — неудобство закладки изделия.

Другой недостаток, присущий крупным вертикальным станкам — неудобство наблюдения — устранено устройством площадки R , стоя на которой можно видеть всю внутренность растачиваемой втулки.

Рабочее движение сообщается от мотора $E=25$ л. с., а движение подачи от мотора $P=5$ л. с. Борштанга имеет диаметр 350 мм (14").

Скорости вращения имеются от $1\frac{1}{2}$ до 10 об./мин. при помощи трехступенчатой коробки скоростей и изменения числа оборотов мотора два к одному. Подача всего четыре: 1,25; 2,5; 5 и 10 мм за оборот.

Имеется быстрое передвижение муфты со скоростью 3 м/мин. Управление обоими моторами кнопочное. Смазка всего станка принудительная.

Цилиндры обыкновенно отделяются в 4 прохода. Черновой снизу вверх, затем после смены резцов чистой сверху вниз. Теперь к концу муфты укрепляется развертка W и третий проход этой разверткой имеет направление снизу вверх. Окончательно развертка вновь подается вниз и втулка снимается.

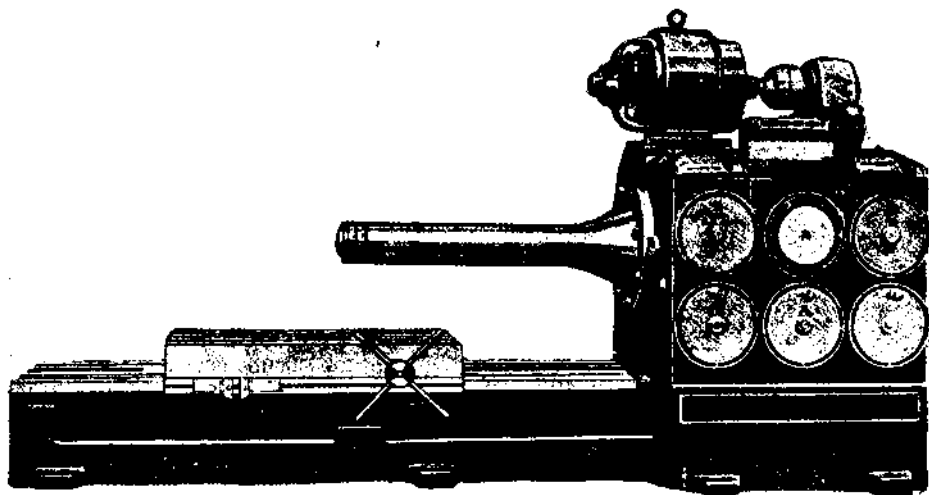


Рис. 179. Специальный расточный станок Froier.

При конструировании станка обращено особое внимание на защиту нижних подшипников шпинделя и подающего винта от стружек, а также на устройство откидного механизма верхнего подшипника D , с целью достижения точности при его установке на место.

4. Специальные типы расточных станков.

Имеются конструкции расточных станков, работающих по схемам отличным от схемы 9.

Желание избавиться от перекосов, вызванных неправильной установкой задней стойки, вызвало появление конструкции, изображенной на рис. 179, основанной на схеме 7.¹⁾ Втулка закрепляется на супорте, имеющем движение по станине. Весь станок напоминает токарный, передняя бабка которого имеет длинную, выпущенную вперед направляющую втулку для шпинделя. Резцы закрепляются на выступающем конце последнего (изготавливается фирмой Froier, Германия). Неизменность опорных условий для борштанги дает основание надеяться на получение особо точной работы. Станок предназначен фирмой специально для втулок дизелей.

¹⁾ Или точнее говоря 12, которая принципиально не отличается от схемы 7.

На рис. 180 изображены схематически четыре станка фирмы Schiess — Defries. Позиция *a* показывает станок, работающий по схеме 10. Станок происходит от токарного и предназначен так же как и предыдущий главным образом для обработки цилиндров дизелей. В целях ослабления невыгодного влияния большого расстояния между опорами шпиндель поддерживается специальным

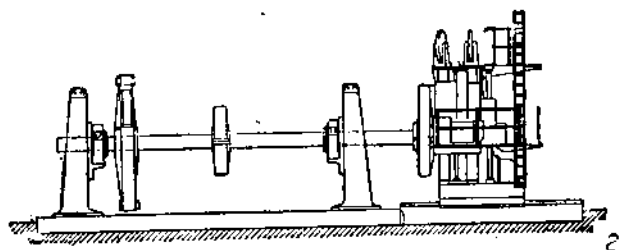
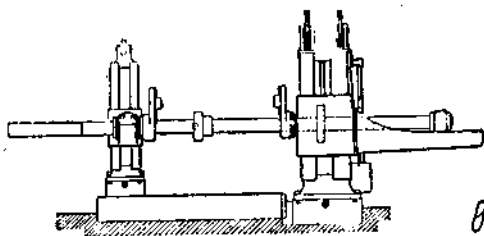
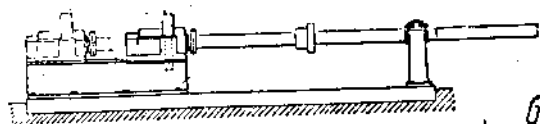
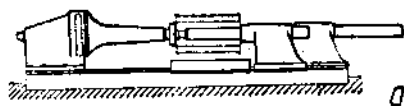


Рис. 180. Четыре специальных исполнения расточных станков фирмы Schiess-Defries.

расточки кожухов больших паровых турбин. Рис. 182 показывает колонку такого же станка, но более новой конструкции.¹⁾

5. Расточные станки для автомобильных блоков.

Рис. 183 показывает станок Фирмы Moline Tool Co (Америка) тип Hole Hog 5D, служащий специально для расточки цилиндрических блоков.

Подача производится при помощи подъема стола и следовательно станок работает по схеме 7. Шпиндели могут устанавливаться на различных

выносным подшипником во втулке, представляющей удлинение передней бабки. Станок работает точно, потому что согласно схеме 10 опорные условия борштанги не меняются во время работы.

Позиция *б* изображает один из вариантов станков, работающих по схеме 9. Здесь борштанга подается вместе с передней бабкой, скользящей по направляющим.

Станок, работающий по схеме 9, имеющей борштангу, переставляемую по высоте, изображен на том же рисунке (позиция *в*).

Наконец позиция *г* показывает станок аналогичный позиции *б*, но имеющий переставную борштангу.

Рис. 181 дает фотографию одного из крупных станков этого типа фирмы Schiess-Defries, служащего для

¹⁾ Эти станки отличаются от обычных фрезерно-расточных колонок тем, что шпиндель здесь параллелен направляющим движения колонки, а не перпендикулярен как обыкновенно.

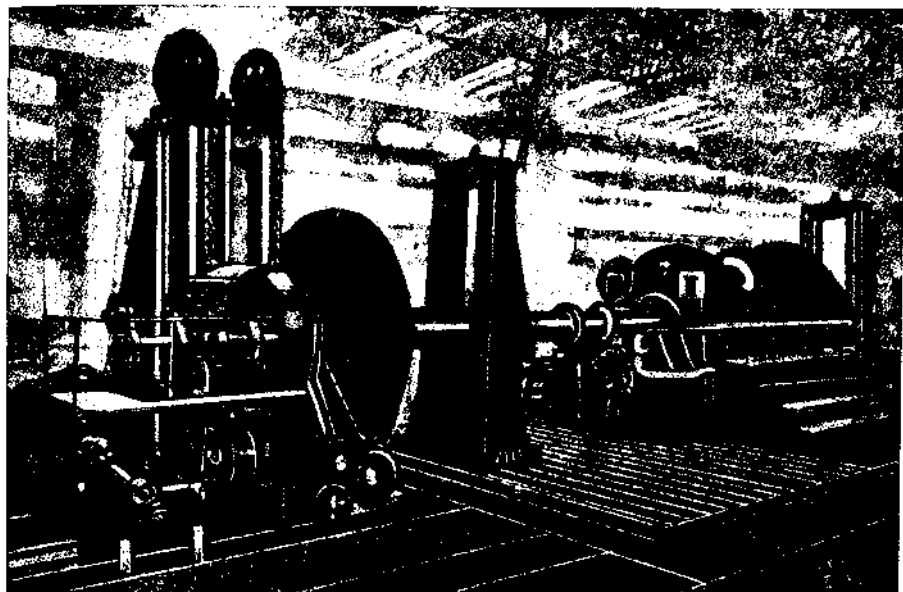


Рис. 181. Большой расточный станок с переставной борштангой.

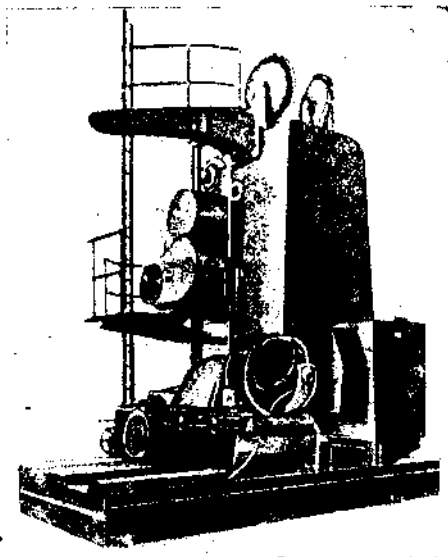
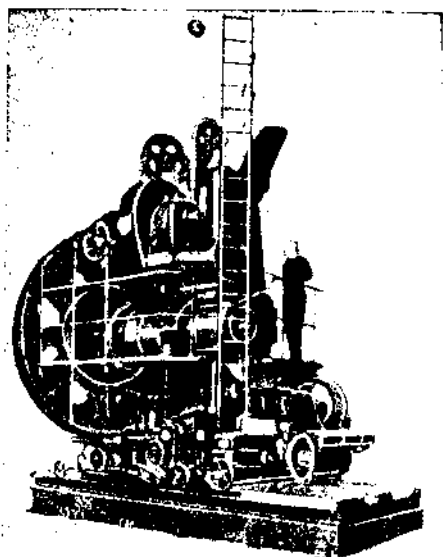


Рис. 182. Колонка станка Schless-Defries.

расстояниях, причем вращение им передается через червячную передачу с крутым наклоном зубцов. Изделие подводится к резцам вручную от маховика, расположенного с правой стороны станка, после чего включается самоход. Автоматическая подача выключается, когда стол дойдет до заданного положения по высоте, определенного переставным остановом. После выключения самохода стол опускается вручную от упомянутого маховика.

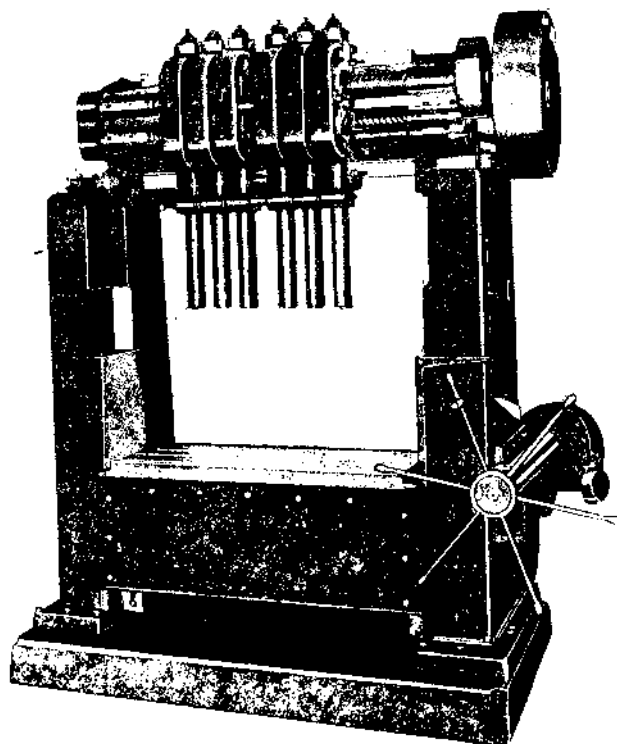


Рис. 183. Станок для расточки автомобильных блоков фирмы Moline Tool Co.

Станок может одновременно растачивать:

4 цилиндра	диаметром до 150 мм
6 цилиндров	" " 120 "
8 " "	" " 90 "

Длина хода стола около 430 мм

Мощность мотора 15—20 л. с.

Другой станок той же фирмы, серия Hole Hog 10D изображен на рис. 184. В отличие от предыдущего движение здесь имеют борштанги, а стол неподвижен. Станок обычно работает с нижними направляющими для борштанг, осуществляя схему 9. Можно очевидно работать (хотя с меньшей производительностью), имея лишь направление сверху (схема 11).

Привод к шпинделям осуществляется через червячные валики с крутой спиралью, причем шпинделя могут расставляться на разные расстояния ¹⁾.

Подача всей бабки механическая или гидравлическая как медленная во время процесса резания, так и быстрая при подводе и отводе резцов. Все

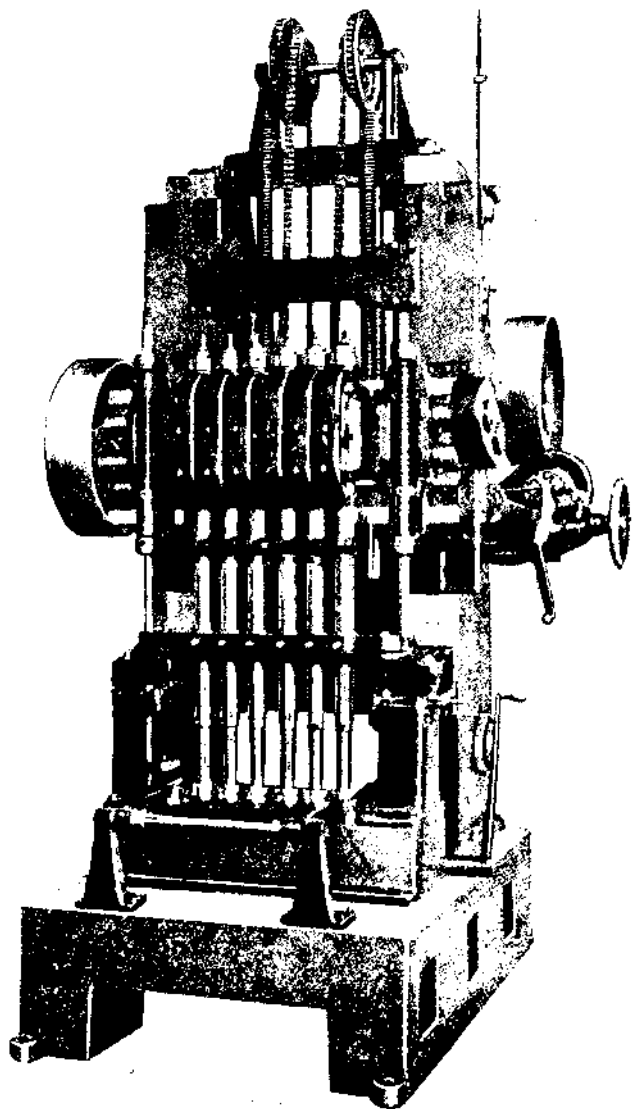


Рис. 184 Станок Moline Tool Co с движущимися борштангами.

¹⁾ Привод от длинных червяков, вращающих шестерни, укрепленные на шпинделях, имеет преимущество в удобстве перестановки шпинделей. Обычно имеются два параллельных червяка для возможности сблизить шпинделя, не уменьшая чрезмерно диаметров шестерен.

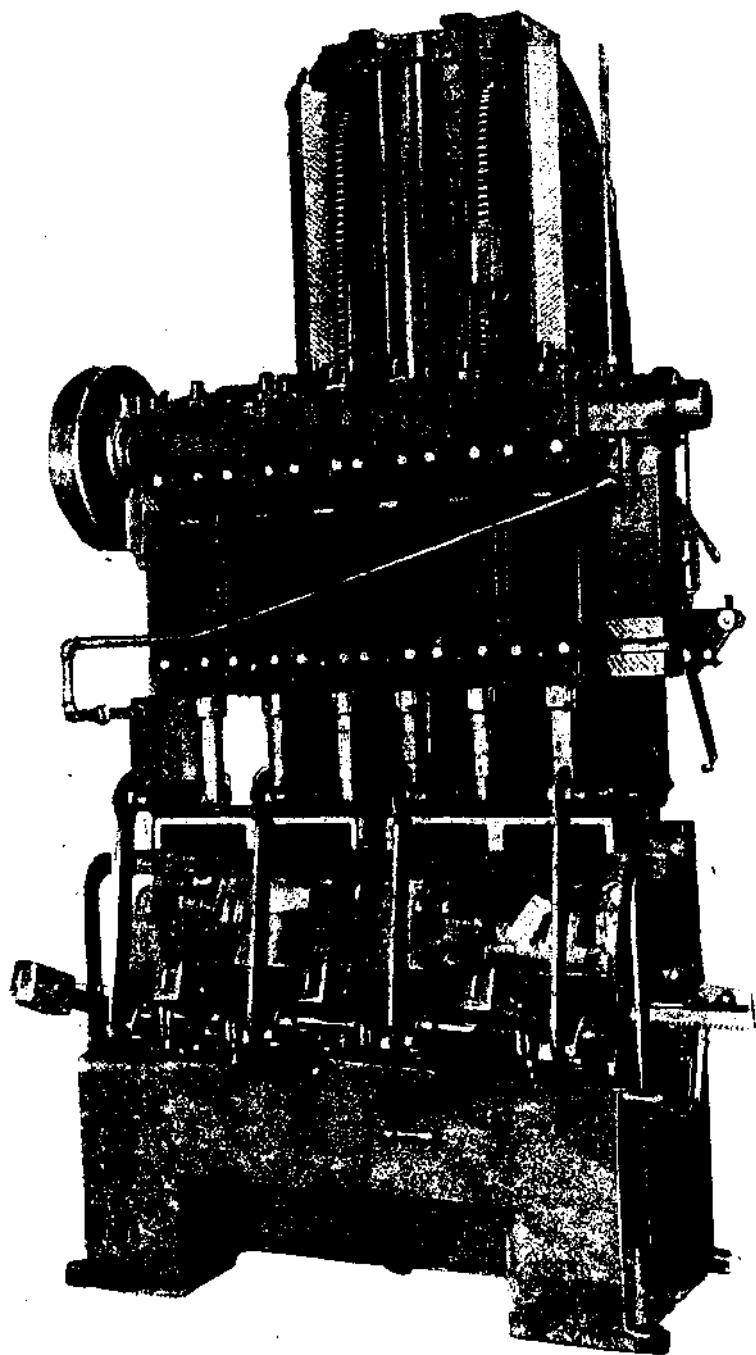


Рис 185. Станок Moline Tool Co для работы без нижних направляющих.

движения контролируются остановами, регулируемые в зависимости от размеров изделия.

Станок может растачивать одновременно:

2 цилиндра	диаметром до 200 мм
4	" " 150 "
6 цилиндров	" " 120 "
8	" " 90 "
Мощность мотора 15-20 л. с.	

Последняя модель той же фирмы Moline серия Hole Hog 13 показана на рис. 185. Этот станок построен специально для работы резцовыми головками без направляющих для борштанг (схема 8). Подачу получает бабка, а изделие остается неподвижным.

Для возможности работы без направляющих втулок станок сконструирован особенно солидно, для чего верхние и нижние подшипники шпинделей сделаны на наклонных роликах (рис. 186). Этим обеспечивается плотный ход шпинделей, но зато исключается возможность поставить их близко один к другому. В результате одновременно можно растачивать цилиндры только через один, обрабатывая например в 6-цилиндровом блоке только 3 цилиндра. Для того чтобы не уменьшить производительности, станок растачивает сразу два блока, установленные на общем столе (передвигающемся от рейки), на который блоки сдвигаются с конвейера. С другой стороны станка отливки снимаются со стола.

Установка блоков осуществляется при помощи выдвижных штифтов — устройство типичное для многих приспособлений по обработке цилиндрических блоков¹⁾. Зажим получается при помощи рычажного устройства, видимого спереди станка.

Для повышения жесткости конструкции вся бабка сделана исключительно массивной и длинной (1500 мм), скользящей по призматическим (V-образным) направляющим, причем плотность движения регулируется оригинальным устройством — двумя тонкими клиньями, входящими между задней направляющей и скользящей частью бабки (рис. 187, 188).

Станок имеет такой же привод через червячную передачу, как и у описанных выше моделей, и шпинделя могут быть установлены на различных между

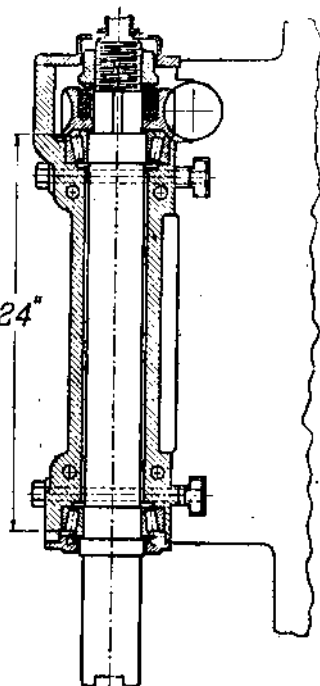


Рис. 186. Шпиндель станка Moline.

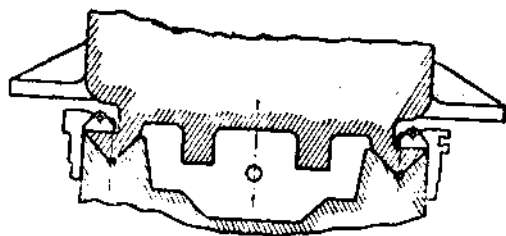


Рис. 187. Направляющие станка Moline.

собой расстояниях. Однако в целях придания большей жесткости всей конструкции между частями бабки, несущими отдельные шпинделя, ставятся про-

¹⁾ Описание см. ниже гл. XV.

ставки и вся бабка сболчивается. Благодаря такому устройству жесткость ее не уступает жесткости конструкций с нераздвижными шпинделями.

Возможность продуктивно работать без направляющих втулок, достигнутая путем общего повышения жесткости станка, очень упрощает конструкцию приспособлений и инструмента.

Рис. 189 показывает станок фирмы J. Holroyd (Англия), имеющий особенность, заключающуюся в передвижном столе (передвижение от привода), на котором устанавливаются одновременно два блока. В то время когда один из них растачивается,

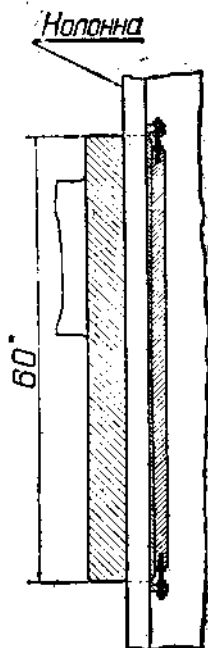


Рис. 188. Клинья направляющих станка Moline.

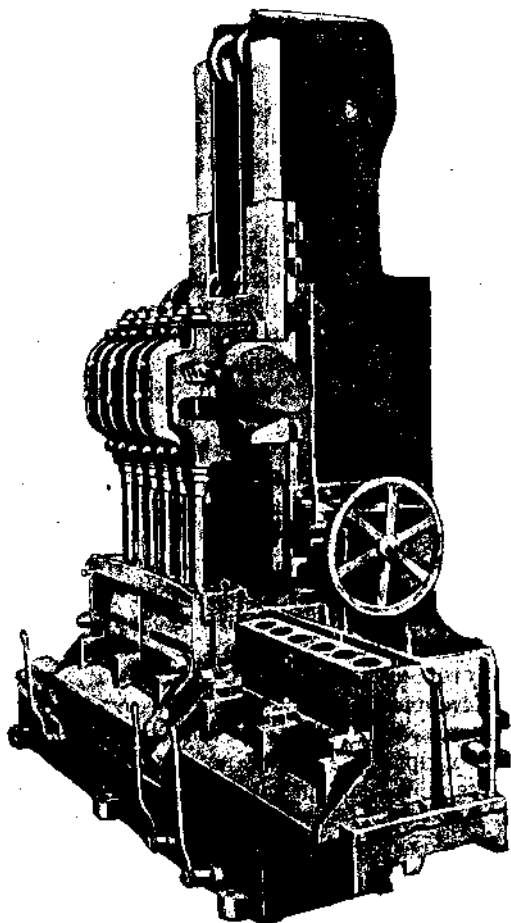


Рис. 189. Станок для расточки автомобильных блоков фирмы Holroyd.

другой закрепляется на столе. Благодаря такому устройству время, затрачиваемое на смену блоков, очень сокращается. В остальном станок похож на описанный выше (рис. 184).

Шпинделя имеют перестановку с наименьшим расстоянием 125 мм и наибольшим — 800 мм.

Максимальный диаметр растачиваемого цилиндра 115 мм. Мощность мотора 15 л. с.

Шпинделя нормально работают с нижними направляющими (схема 9).

Рис. 190 изображает станок типа Bignap в исполнении фирмы Blundtone Engineering Service, Ltd, (Англия).

Станок имеет обращенное (по сравнению с обычным) расположение шпинделей и изделия. Шпиндели находятся внизу, а изделие над ними. Подачу имеет изделие. Работа станка происходит по схеме 9, но обращенной, в которой изделие движется, а шпиндели неподвижны в продольном направлении. Она отличается от схемы 10 тем, что направление шпинделей осуще-

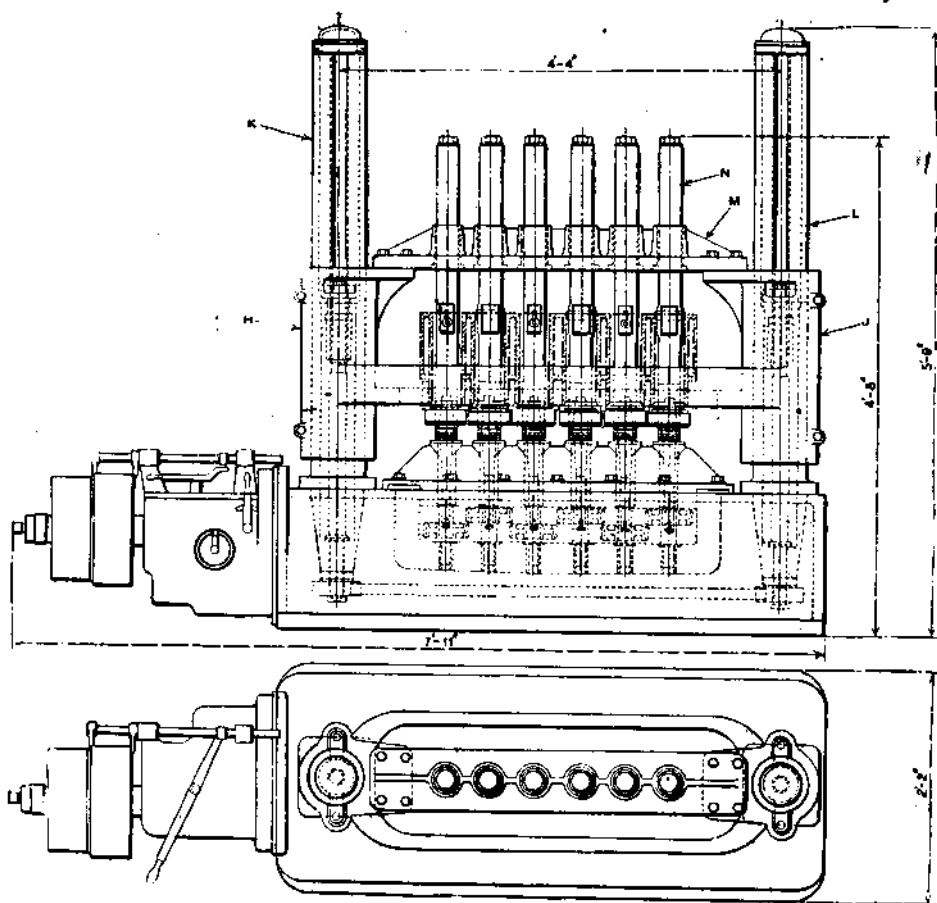


Рис 190. Станок типа Bignap.

ствляется в подвижных втулках, а не в неподвижных (благодаря чему теряются выгоды схемы 10, но длина борштанги укорачивается).

Изделие устанавливается в массивной траверсе $H-J$, скользящей по двум колоннам $K-L$. Концы шпинделей N направляются втулками M .

Привод осуществляется снизу через червячную передачу.

Эти станки обычно изготовлялись с непереставными шпинделями, но теперь имеется конструкция (рис. 191), где такая перестановка возможна. Шестерни B получают движение от червяков $C-C$ и передают его шпинделям D через универсальный шарнир на шариках E . Шпинделя вращаются

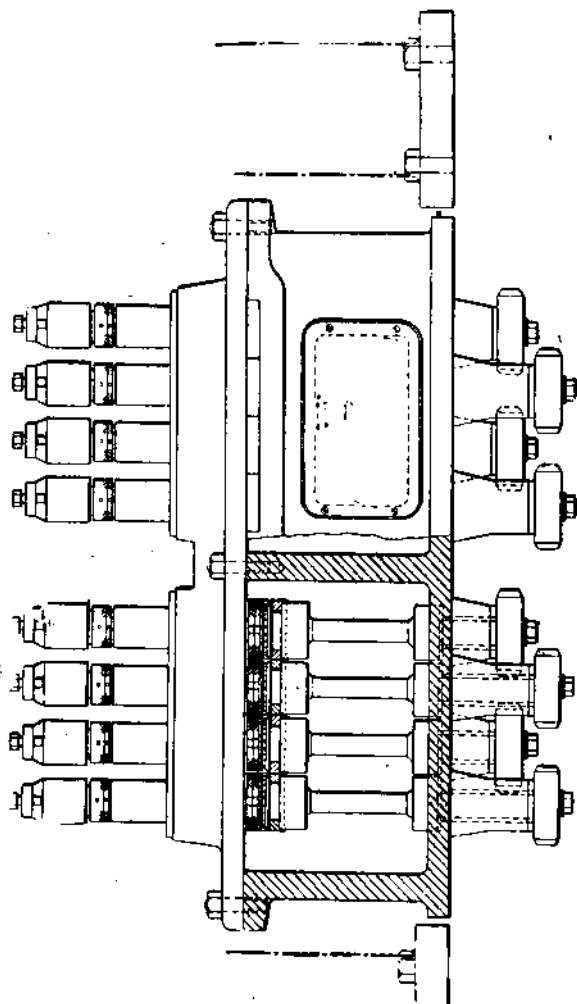
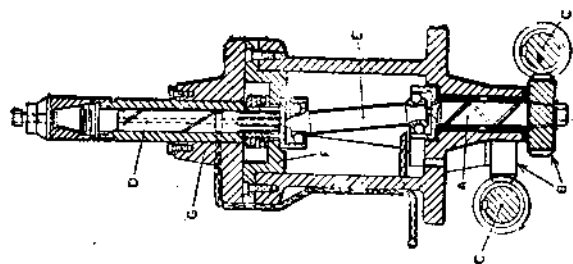


Рис. 191. Станок Vignap с переставными шпинделями.

в подшипниках, закрепленных в плитах *F*, которые могут переставляться как угодно по длине станка. Однако для каждого расположения шпинделей требуется специальный кондуктор *G*. Расположение шпинделей снизу облегчает отвод стружки, но вместе с тем заставляет заботиться о том, чтобы она не попадала в подшипники. Рис. 191 показывает конструкцию шпинделя и его подшипников. В отличие от станка, изображенного на рис. 190, эта модель не имеет верхнего направления шпинделей (работа по схеме 7).

Кроме выше описанных имеется весьма много специальных конструкций станков для обработки цилиндров автомобилей. Некоторые из них приведены ниже в главе XV.

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ.

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РАСТОЧКИ И РАЗВЕРТЫВАНИЯ ЦИЛИНДРОВ.

1. Различие понятий: расточка и развертывание.

Обыкновенно различают *расточку* и *развертывание*, подразумевая под первой работу снятия главного слоя металла, а под второй — придание цилиндру точного диаметра и круглой формы. Строго разделить эти два процесса затруднительно. Типичные случаи будут: расточка одним резцом с одной стороны и проход качающейся разверткой с другой, но между этими крайностями лежит ряд переходных случаев расточки различными резцовыми головками и зенкерами с одной стороны и обработки жесткоукрепленными на шпинделе развертками — с другой.

Кроме количества снимаемого металла расточка отличается от развертывания тем, что здесь направление резцам дается станком или приспособлением, а при развертывании инструмент следует за направлением уже ранее расточенной дыры. Поэтому положение оси определяется при расточке, при последующем же развертывании меняется лишь размер отверстия, а не его направление. Цилиндры растачиваются обычно в 2—4 прохода в зависимости от размера припуска и метода дальнейшей обработки. При крупных цилиндрах снятием чистовой стружки обработка чаще всего и оканчивается, но при массовом и серийном производствах вслед за расточкой обычно идет развертывание также в 1—2 прохода.

Расточка производится одним, двумя резцами или инструментом, имеющим несколько режущих лезвий и носящим обычно название *резцовой головки*.

2. Сравнение работы одного расточного резца и резцовой головки.

При работе сразу несколькими резцами стружка делится между ними и каждый из них снимает лишь часть того, что снял бы один резец при той же подаче и глубине резания. Очевидно при одинаковом режиме резания резцы в головке будут стоять дольше чем один резец, а при одинаковом промежутке времени между заточками при пользовании многорезцовой головкой можно увеличить подачу. Таким образом *первое преимущество работы многорезцовыми головками — повышение производительности.*

Другое не менее важное преимущество — *получение более правильных результатов при расточке отверстия в материале неравномерной твердости или с неодинаковыми припусками по окружности.* Очевидно при таких условиях усилие, изгибающее борштангу, будет меняться при разных ее положениях. В результате борштанга будет изгибаться и ось отверстия

получится смещенной по отношению к оси вращения ненагруженной борштанги. Так как усилие, вообще говоря, будет меняться по длине отверстия, то ось его получится искривленной даже при безукоризненно правильном станке.

При работе одним резцом всякое увеличение усилия резания вызывает увеличение отталкивающей силы¹⁾, которая полностью нагружает борштангу на изгиб. При двух резцах (а также большем их числе) изгиб борштанги от усилившегося давления на один из резцов вызывает углубление противоположащего резца в материал противоположной стенки, а следовательно увеличение силы, противодействующей изгибу борштанги. В результате изгиб ее получится меньшим чем при снятии столь же неравномерного припуска одним резцом.

Далее при работе головки ее отклонение в сторону не ведет (по крайней мере теоретически) к искажению сечения — оно остается круглым, так как всякое отклонение одного резца влечет такое же углубление противоположного. При работе одним резцом вид сечения зависит от расположения снимаемого материала по стенкам отверстия и, вообще говоря, оно получится овальным и конусным. Указанные преимущества работы расточными головками так велики, что расточка при серийном или массовом производстве в большинстве случаев производится именно ими.

Нужно указать с другой стороны, что работа одним резцом также имеет некоторые преимущества перед работой многорезцовыми головками при снятии чистовых стружек.

Во-первых, при малой толщине стружки (несколько десятых мм) установка всех резцов многорезцовой головки так, чтобы на них приходилось одинаковое количество снимаемого металла — крайне затруднительна. В результате часто работающим оказывается один резец и при установке стружки иногда бывает не сразу видно — который. Это замедляет работу по получению отверстия определенного диаметра.

Во-вторых, при работе одним резцом всякое отклонение его вследствие изгиба борштанги поведет лишь к уменьшению размеров отверстия, но никогда не к снятию лишнего материала. Путем прохода нескольких стружек можно постепенно удалить весь подлежащий снятию слой. При чистовой многорезцовой головке, по размерам близкой к окончательному размеру отверстия, твердое место в отливке, отклоняя всю головку, может повести к снятию с противоположной стороны металла, который не должен быть снят вовсе. В результате ось окажется искривленной и несмотря на то, что сечение отверстия будет правильно, изделие окажется браком.

Таким образом, если при расточке одним резцом отверстие будет по всей длине иметь диаметр равный диаметру, описываемому ненагруженным острием резца, то можно быть уверенным в прямолинейности оси отверстия (если конечно сам станок дает правильную работу). Всякое твердое место вызовет лишь уменьшение диаметра в данной точке.

При работе чистовыми расточными головками результат может получиться другой: отверстие требуемого диаметра, но с искривленной осью. Перечисленные преимущества работы одним резцом, а также простота устройства и регулировки стружки, объясняют сравнительно широкое применение этого метода, несмотря на присущие ему упомянутые выше крупные недостатки.

¹⁾ Известно, что полное усилие резания складывается из трех составляющих: касательной и отталкивающей сил и усилия подачи.

3. Форма расточных резцов и режим их работы.

Для *черновых проходов* применяются резцы, по форме близкие к тем, которые применяются при наружной обточке. Разница заключается в том, что задний угол расточного резца делается несколько большим, чем у резца для наружной обточки. Это необходимо для того, чтобы торцовая плоскость резца не терлась о стенку отверстия, которая здесь имеет вогнутую, а не выпуклую форму.

При нормальном направлении вращения и движении борштанги от задней бабки к передней, требуются резцы левые, а не правые.

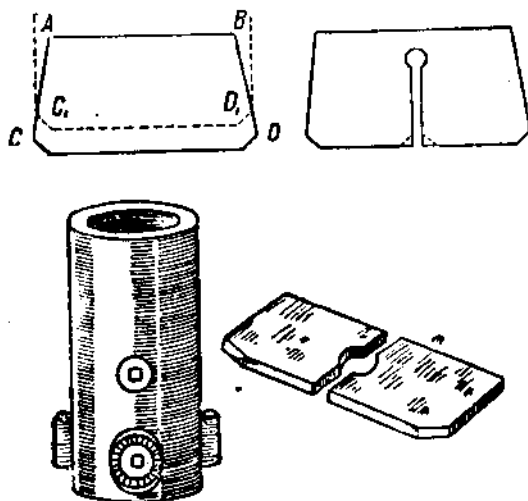


Рис. 192. Двусторонняя ножевая оправка.

Для *чистовых проходов* применяются либо те же резцы (и в таком случае подача сообщается мелкая), либо пользуются широкими плоскими резцами, передний угол которых слегка закруглен. Лезвие параллельно оси и имеет длину, несколько превышающую величину подачи. Излишняя длина лезвия вредна, так как без надобности увеличивает сопротивление резанию и облегчает появление дрожаний. При больших резцах излишняя часть длины сзади затачивается под большим углом в плане и не касается изделия.

Скорости резания при черновой расточке берутся лишь немного меньшими, чем при наружной обдирке. При чистовой расточке широкими резцами их обычно берут очень низкими (2—8 м/мин.), так как при работе с большими скоростями легко появляются вибрации.

Подачи при работе широкими резцами, наоборот, очень велики (до 15 мм за оборот) и после прохода таким резцом на поверхности цилиндра заметен след в виде широкой винтообразной ленты. Скорости берутся тем ниже, чем больше подачи и тверже материал. Более высокие значения (до 8 мм) принимаются при умеренных подачах (до 5 мм за оборот) и при сравнительно мягком чугуне, например при расточке наружных рубашек цилиндров. При окончательной расточке втулок из твердого чугуна, скорости берутся ближе к нижнему пределу при увеличенной подаче.

4. Расточные головки.

А. Двусторонние ножевые оправки. Простейшей формой многолезвийной головки является *оправка*, в которой закреплен плоский нож, формы, изображенной на рис. 192 (сверху слева). Передняя кромка *CD* длиннее задней кромки *AB* (на рисунке для ясности разница показана сильно преувеличенной). Это необходимо для того, чтобы боковые стороны *AC* и *BD*

не терлись о стенки отверстия и резание происходило только на скошенных сторонах около точек C и D .

По мере стачивания ножа режущая кромка будет занимать положения такие, как C_1D_1 , и очевидно отверстие будет получаться меньшего диаметра.

Для того чтобы была возможность получить прежний размер отверстия, иногда пластинку делают с прорезом (см. рис. 192 сверху справа), в который входит винт, имеющий конический конец. Винт по мере поджатия раздвигает обе половинки ножа. Очевидно однако, что регулирование размеров отверстия этим методом возможно лишь в весьма узких пределах.

На рис. 192 внизу изображена конструкция, допускающая удобную регулировку диаметра. Нож здесь состоит из двух частей, раздвигаемых конусным винтом и закрепляемых на месте клином.

При всех двусторонних оправках важно, чтобы оба лезвия были расположены симметрично относительно оси оправки — иначе они не будут брать одинаковую стружку и выгода от применения двустороннего ножа сильно уменьшится. Легче всего правильное положение режущих кромок достигается при шлифовке ножей на месте, т. е. когда они вставлены в оправку. При ножах с прорезом это единственный способ получить правильную заточку.

При оправках с раздвижными ножами последние часто шлифуются отдельно и устанавливаются в оправку по шаблону, однако и здесь инструмент можно затачивать в собранном виде, для чего следует снабжать все оправки центровыми отверстиями. Отшлифованные на один какой-либо размер ножи могут равномерно раздвигаться или сдвигаться при помощи микрометричного винта и устанавливаются на разные диаметры без последующей перешлифовки.

Двусторонние головки описанных типов применяются как для черновой, так и для чистовой расточки. При иной заточке они могут быть использованы и как развертки.

Фирма The Davis Boring Tool Co (Америка) изготавливает головки спе-



Рис. 192. Оправка Дэвис.

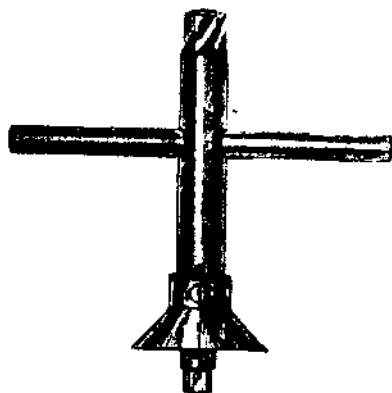


Рис. 194. Ключ к оправке Дэвис.

циальной конструкции, имеющие ряд преимуществ перед описанными обычными конструкциями. Рис. 193 показывает оправку с двумя головками Дэвис и отдельно расточной блок.

Последний представляет стальную плитку — обычно некаленную (хотя фирма поставляет и закаленные блоки) с укрепленными в ней двумя плоской формы резцами. Каждый резец отдельно устанавливается специальным винтом



Рис. 195. Оправка Дэвис для работы с направлением.

и закрепляется на месте другим винтом (головка последнего видна на верхней поверхности блока). Благодаря наклонному положению этого винта резец всегда плотно прижат как к установочному винту, так и к стенке блока. Для точной регулировки раздвижения резцов при подворачивании установочного винта служит специальный ключ (рис. 194). На нем деления нанесены в тысячных дюйма ($0,001'' = 0,025 \text{ мм}$). Каждый блок имеет два центровых отверстия для шлифовки резцов, когда они поставлены на место.

Оправки изготовляются разнообразных типов в зависимости от способа закрепления в шпинделе станка (цилиндрический или конический хвост), наличия или отсутствия нижнего направления и т. д. Рис. 195 показывает оправку для работы с направлением. На рисунке виден конусный винт, которым блок закрепляется в оправке в строго центральном положении, будучи прижат к задней стороне прореза. Такой способ позволяет быстро вынимать резцы из оправки и снова ставить их на место точно в прежнее положение. Блоки Дэвис изготовляются для расточки диаметров от $\frac{3}{4}$ до 18" (19—460 мм).

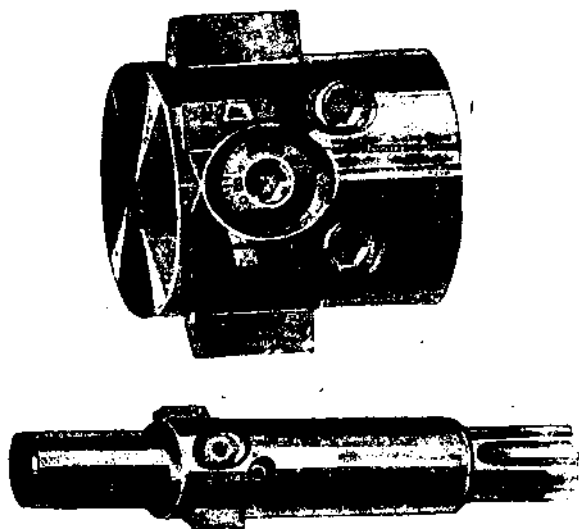


Рис. 196. Оправка Дэвис типа L.

(тип L). Здесь резцы укреплены прямо в прорезах тела оправки. Каждый нож закреплен отдельно эксцентричным винтом, а раздвижение их производится специальным клином, движущимся перпендикулярно плоскости ножей и натягиваемым винтом.

Рис. 197 показывает клин, регулирующий винт и шайбу этого винта. Концы резцов в месте соприкосновения с клином также сделаны заострен-

ними. Очевидно, что, освобождая крепительные винты, мы без труда вынимаем оба ножа, которые можем вставить обратно в точно определенное положение, фиксированное степенью поджатия клина. Все винты заворачиваются с одной стороны, благодаря чему обращение с оправкой весьма удобно. Конструкция L очень проста и проще предыдущей. Оправки типа L изготавливаются для отверстий $1\frac{1}{2}$ — $9\frac{1}{2}$ " (38—240 мм) и служат как для черновой, так и для чистовой расточки. Материал резцов обычно быстрорежущая сталь, но фирма снабжает свои головки также резцами из стеллита.

Степень регулировки диаметра колеблется между 5 мм для малых и 32 мм для самых крупных головок (тип L).

Рис. 198 показывает оправку с конусным хвостом, предназначенную для расточки глухих отверстий. Конструкция ножей здесь несколько иная, чем на рис. 196.

Заточку ножей для головок Дэвис фирма рекомендует производить для каждого ножа отдельно на специальном приспособлении, пристраиваемом к любому шлифовальному станку для инстру-

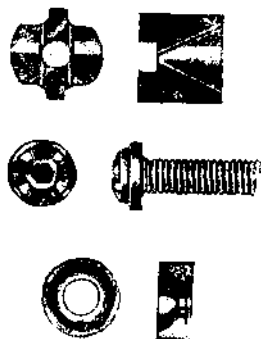


Рис. 197. Детали оправки Дэвис типа L.

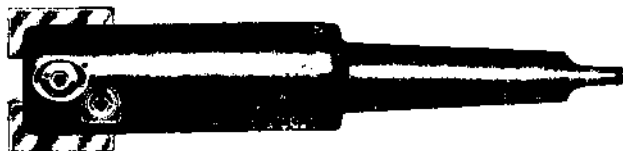


Рис. 198. Оправка Дэвис для глухих отверстий.

мента. Пользование приспособлением позволяет получить правильные углы и радиусы закруглений, что крайне важно для успешной работы головки.

Рис. 199 показывает это приспособление в работе, а рис. 200 детали его устройства.

Приспособление устанавливается на стол станка и его верхняя часть может вращаться вокруг центра, совпадающего с центром конусного отверстия В. В это отверстие вставляется калибр F, имеющий на противоположном конце вогнутую поверхность. Верхняя плоскость поворотной части приспособления несет супорт J, закрепляемый гайками С—С. При установке приспособлений супорт подводится на расстояние 3 мм к калибру F. На супорте J имеются поперечные салазки E

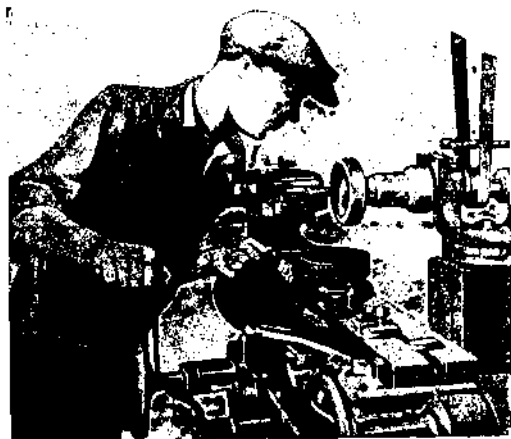


Рис. 199. Приспособление для заточки резцов Дэвис.

и упоры *K* и *L*. Последние закрепляются на супорте болтами *D—D*. Ослабив болт, кладут нож, подлежащий точке, на часть *E*, подводят упоры *K* и *L* и регулируют положение ножа и упоров так, чтобы режущая кромка касалась внутренней вогнутой поверхности калибра. Теперь болты *D* крепятся наглухо. Прижимая планки *M*, закрепляют резец на месте при зажиме винта *N*. Сняв калибр *F*, приступают к шлифовке, которую надо производить осторожно, чтобы не пережечь режущих кромок. Вращение приспособления производится за ручку *R*. Правильный радиус у режущей вершины ножа обеспечивается положением вогнутой поверхности калибра относительно его центра, надлежащие углы резания и зазора достигаются тем, что верхняя опорная плоскость приспособления расположена под некоторым наклоном к горизонтальной плоскости, в то время как рабочая поверхность

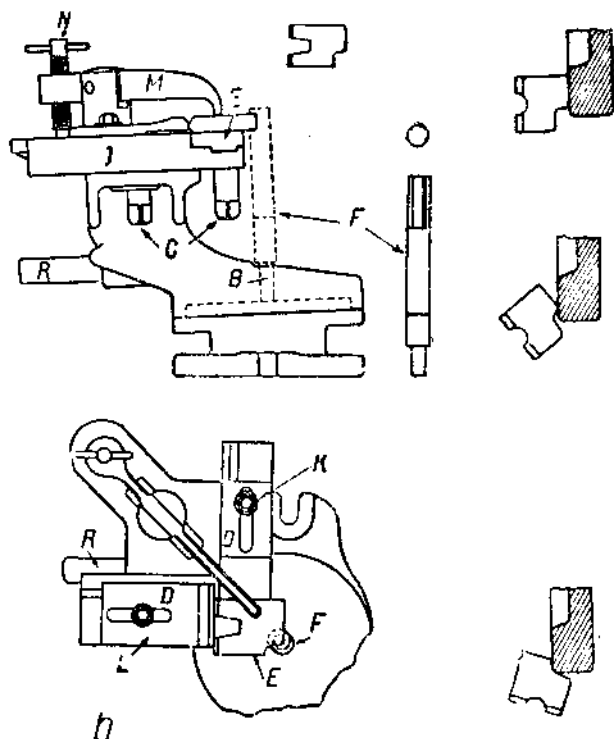


Рис. 200. Детали приспособления для заточки резцов Дэвис.

чашечного круга, служащего для заточки, расположена вертикально.

Б. Многорезцовые расточные головки. Для того чтобы увеличить производительность инструмента в еще большей степени, чем то позволяют головки с двумя резцами, расположенными под углом 180° , применяются расточные инструменты, имеющие большее число режущих лезвий.

Рис. 201 показывает внешний вид шестирезцовой головки Дэвис с зубцами, расположенными по правой спирали с углом 10° . Такие головки применяются для черновой расточки, так как наклон зубцов обеспечивает выгодный угол резания, что важно при снятии больших количеств металла.

Для второго прохода фирма рекомендует головки (получистовые) с пря-

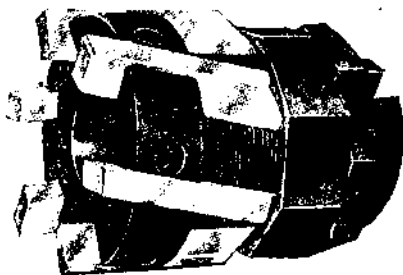


Рис. 201. Многорезцовая головка Дэвис.

мыми зубцами. Для чистовых проходов эти головки обычно не применяются.

Заточка черновых и чистовых головок различна. У первых зубцы имеют уклон *спереди назад* так, что они режут только своими концами и затачиваются поэтому также только с торца. Такая установка обеспечивает легкое резание, так как зубцы не трутся по поверхности отверстия. Но в то же время при такой заточке на поверхности цилиндра остается след от резцов.

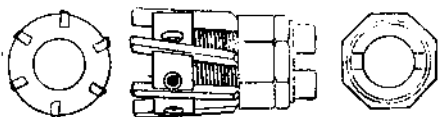


Рис. 202. Конструкция головки Дэвис.

У полуцистовых головок при заточке шлифуется *короткий цилиндрический участок параллельной оси около режущих кромок*, благодаря чему отверстие получает более гладкую поверхность.

Рис. 202 показывает конструкцию головки. Обычно фирма Дэвис все свои головки снабжает шестью резцами. Резцы равномерно выдвигаются

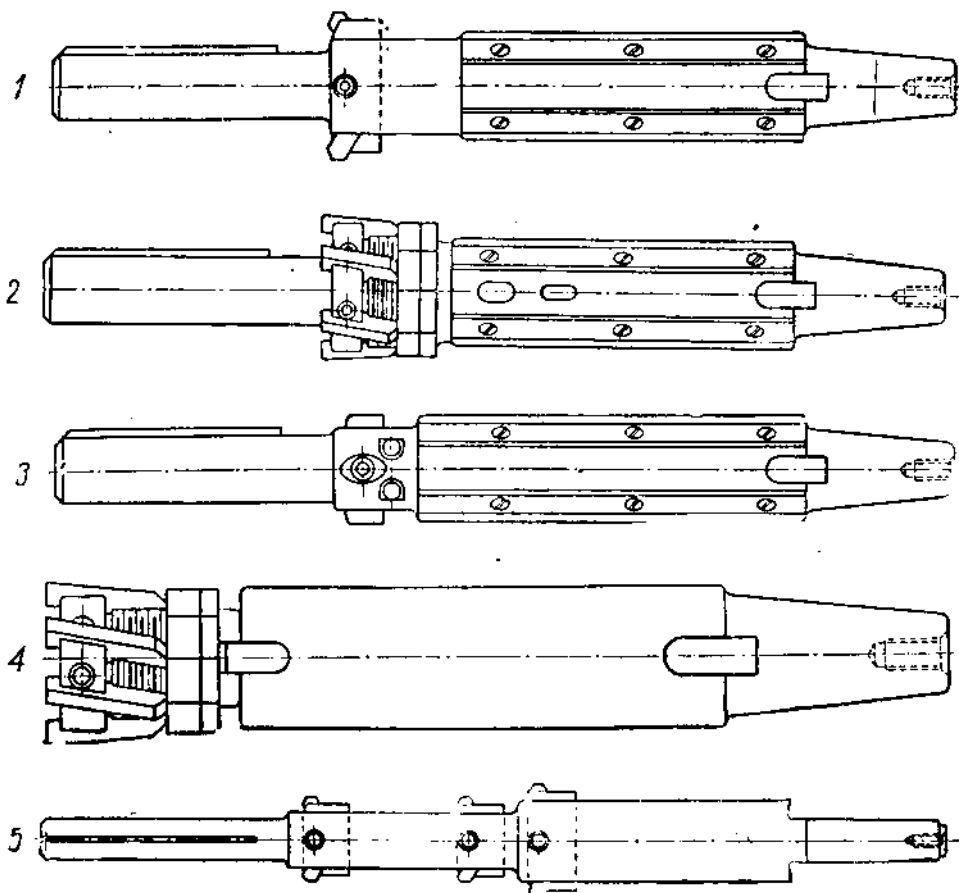


Рис. 203. Различные оправки для головок Дэвис.

по мере износа и закрепляются гайками. Материал — обычно быстрорежущая сталь, но при желании заказчика фирма снабжает головки резцами из стеллита (цена таких резцов в два раза выше цены резцов из быстрорежущей стали). В самое последнее время такие головки стали снабжаться также лезвиями, напаянными пластинками из карбид вольфрама.

Что касается оправок для головок, то они изготавливаются весьма различного вида в зависимости от способа работы и характера изделия. Рис. 203 дает несколько типичных конструкций оправок различных головок Дэвис.

Позиция 1 показывает оправку для расточки цилиндров инструментом, описанным выше в связи с рис. 193. Оправка имеет нижнюю направляющую и верхнюю, снабженную калеными шлифованными планками для компенсации износа.

Позиция 2 изображает такую же оправку, но снабженную шестирезцовой головкой (см. рис. 201).

Позиция 3 — то же, но с двусторонней головкой типа L (см. рис. 196).

Позиция 4 показывает оправку для многорезцовой головки, имеющую только заднюю направляющую.



Рис. 204. Оправка с тремя блоками Дэвис.

Позиция 5 дает представление о специальной оправке, снабженной тремя инструментами изображенного на рис. 193 типа. Такая оправка служит для обработки цилиндров, имеющих расточку по двум диаметрам и дополнительное уширение к большему диаметру наверху.

Рис. 204 изображает оправку, снабженную тремя блоками и служащую для расточки гнезд подшипников коленчатого вала.

Кроме приведенных конструкций расточные инструменты описанных типов применяются в самых разнообразных случаях для различных специальных работ.

Многорезцовые головки разных фирм различаются числом резцов или ножей, их расположением и способом закрепления. Головки для черновой расточки имеют меньшее число резцов (обычно от 2 до 8) в чистовых же число ножей бывает до 12 и выше.

Рис 205 показывает комплект расточного инструмента для обработки автомобильного блока. Черновая головка имеет 4 резца квадратного сечения $1/2 \times 1/2$ ", закрепляемые болтами. Регулировка диаметра отверстия достигается при помощи центрального болта с конусной головкой. Расточка производится до диаметра 79,4 мм. Вслед за проходом этой головкой следует два прохода головкой с шестью ножами, изображенной на том же рисунке (позиция В). Отверстие сначала увеличивается до 80,9 и далее до 82,3. Установка головок (позиция В) на разные диаметры производится путем освобождения винтов, закрепляющих ножи (через посредство каленых втулок) и подвинчивания гаек, расположенных сзади ножей и служащих опорой концов последних, имеющих скос под углом 30° , соответствующий конусу на гайке. Дно пазов соответственно профрезеровано.

Каленые втулки, служащие для крепления ножей, сфрезерованы с одной стороны на плоскость под углом 3° .

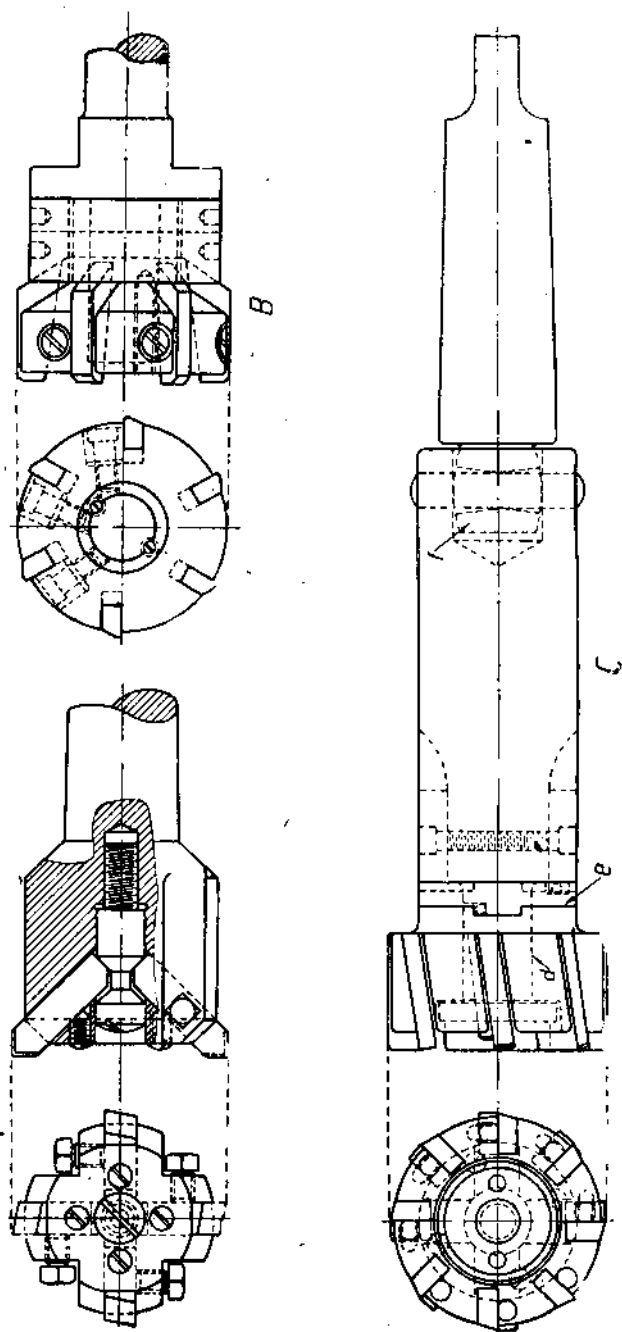


Рис. 203. Комплект расточного инструмента для обработки автомобильного блока

Позиция С изображает качающуюся развертку с восемью ножами, закрепленными при помощи конических штифтов, с одной стороны, снятой на плоскость. Развертка посажена на конец оправки *d* свободно (с зазором 0,12 мм по диаметру) и вращается через муфту Ольдгама *e*. Кроме того вся оправка может качаться в месте *f*.

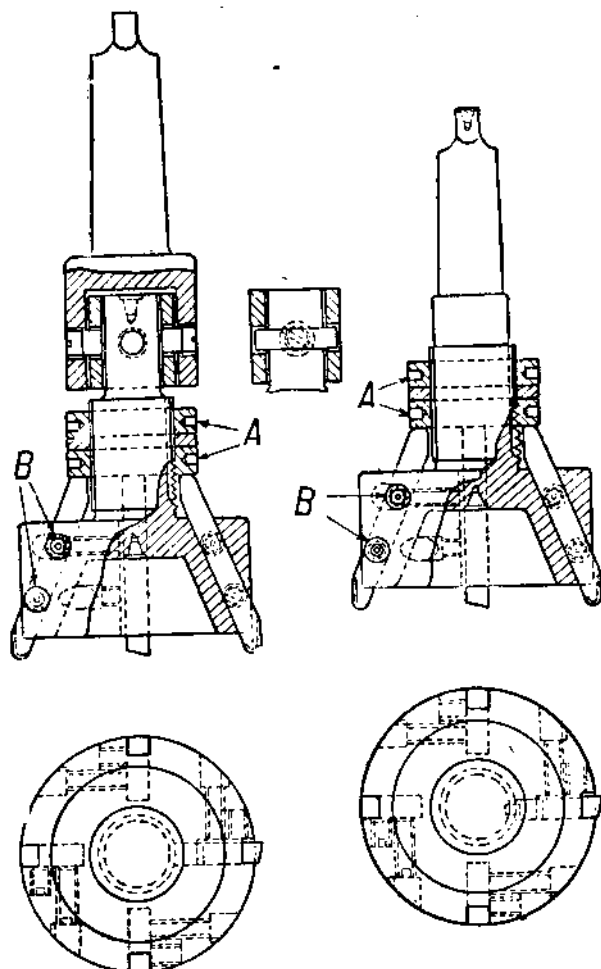


Рис. 206. Чистовая и черновая резцовые головки.

Развертка расширяет отверстие на 0,25 мм, т. е. до 82,55 мм. Зубцы развертки расположены по левой спирали с углом 10°. Скорость резания при развертывании 6,7 м/мин. при подаче 0,4 мм за оборот.

Рис. 206 изображает чистовую (слева) и черновую четырехрезцовые головки. Обе имеют одинаковую конструкцию с резцами, устанавливаемыми при помощи гаек *A* и закрепляемыми винтами *B*. Черновая головка соединена со шпинделем жестко, а чистовая шарнирно. Головки предназначены для расточки цилиндров 150—175 мм диаметром.

Рис. 207 показывает интересный набор расточного инструмента¹⁾, включающий однорезцовую оправку для чистовой расточки. Первая операция заключается в черновом проходе четырехноже-

вой головкой *A*. Далее следует расточка одним резцом в оправке *B*. Эта операция преследует цель получения правильного положения оси и ее спрямления. Третья операция — черновая развертка четырехрезцовым инструментом (типа *A*), наконец, следует проход чистовой разверткой (позиция *C*). Диаметры последовательных инструментов следующие:

Черновая головка	3,800" $\pm 0,002$ "
Однорезцовая	3,840" $\pm 0,002$ "
Чистовая	3,863" $\pm ,001$ "
Развертка	3,876" $- 0,001$ "

¹⁾ Применяется фирмой Wilcox Motor Mfg Co (Америка).

Таким образом припуск по диаметру на проход однорезцовой оправкой равен 1 мм, на чистовой проход 0,06 мм и под развертку 0,03 мм. Допуск в установке резцов черновых головок равен $\pm 0,05$ мм, а чистовых $\pm 0,025$ мм.

Все четыре инструмента насаживаются на одну и ту же оправку, изображенную на рис. 208. Накидная гайка А притягивает резцовую головку к оправке, навинчиваясь на резьбу первой. Две шпонки, укрепленные на оправке, входят в прорези головки и служат поводками. Сама оправка крепится в шпинделе станка на конус и кроме того удерживается от вращения выступами В, входящими в прорези на конце шпинделя.

Рис. 209 показывает расточную головку, применявшуюся на заводе Форда в Корке (Ирландия). Головка в общем похожа на изображенную на рис. 201 и имеет также 6 зубцов. Цилиндр растачивается в три операции, после чего следует развальцовка. Первые две операции производятся инструментом, изображенным на рис. 209, третья же — разверткой.

5. Развертки.

А. Заточка разверток. При конструировании расточных головок главное внимание обращается на достижение высокой производительности — в то время как от развертки требуется способность давать точно цилиндрическое отверстие с гладкими стенками.

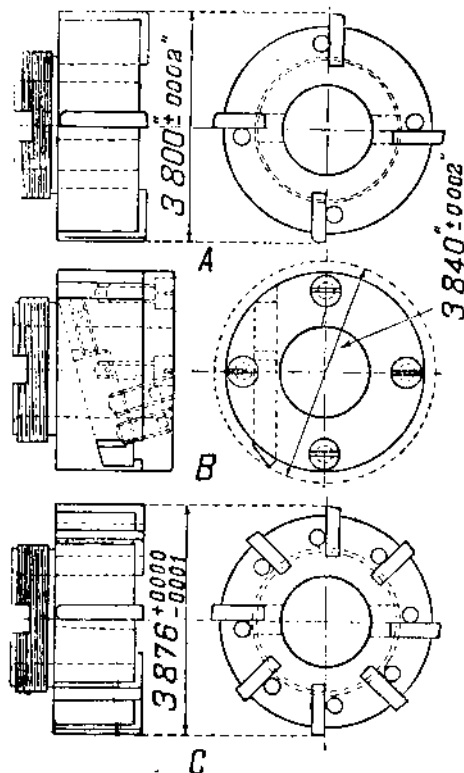


Рис. 207. Набор расточного инструмента (Wilcox Motor Co).

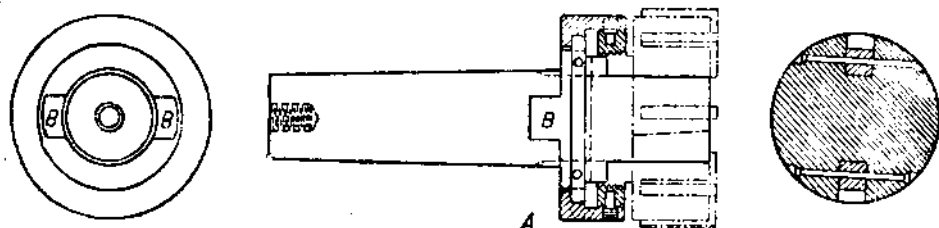


Рис. 208. Оправка для насадки различных инструментов (Wilcox).

Различие между обоими инструментами в основном то же, которое существует между проходным резцом и плоским чистовым. Первый режет главным образом своей передней кромкой, а второй также скоблит боковой стороной.

Рис. 210 и 211 показывают разницу в действии резцовой головки и развертки. На рис. 210а и 211а показана резцовая головка, снимающая

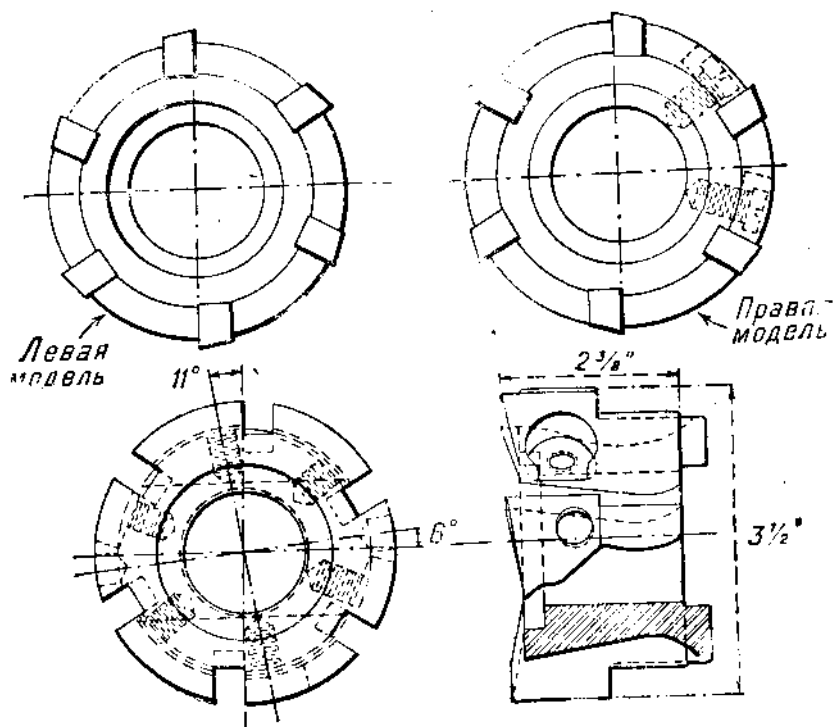


Рис. 209 Расточная головка (Форд).

металл своим торцом. На рис. 210б и 211б показана развертка, снимающая металл зубцами на своей боковой поверхности. Такие крайние случаи на практике не встречаются. С одной стороны зубцы расточных головок в месте соприкосновения торцевой части и цилиндрической несколько округляются, а с другой передняя (приемная) часть развертки обычно выполняется так, что она также принимает участие в резании. Главная работа всегда падает на выступающий угол зубцов и поэтому следует зботиться о правильной заточке этого места. После заточки на станке его следует заправить оселком.

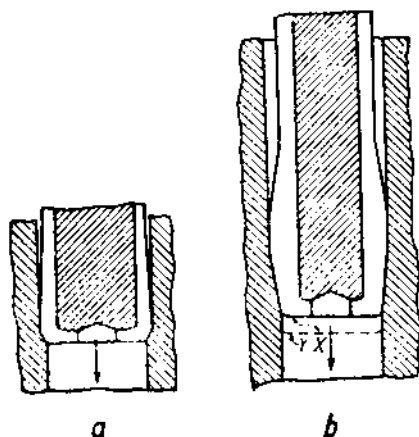


Рис. 210. Работа резцовой головки и развертки.

Рис. 212 показывает заточку развертки по Диннебиру¹⁾ для стали (слева) и для чугуна (справа). Прием для стали

¹⁾ См. И. Диннебир. „Развертывание и зенкование“. Изд. Сев. Зап. Промбюро ВСНХ. Ленинград, 1926 г.

сделан короче, так как более вязкий металл оказывает значительно более сильное удельное сопротивление при снятии тонких стружек, чем более толстых того же сечения — и при слишком длинном приеме зубцы развертки чрезмерно нагружаются. При развертывании в чугуна прием рекомендуется брать длиннее, так как иначе отверстие легко принимает граненую форму. Развертки, равно как и резцовые головки, снабженные ножевыми резами, всегда делаются несколько конусными, уменьшаясь в диаметре спереди назад. Небольшой участок длины зуба (смежный с приемом) делается обыкновенно цилиндрическим для обеспечения получения гладкой поверхности. Наличие конуса уменьшает трение развертки в отверстии. На рис. 213 дана конструкция зубцов разверток для стали и чугуна ¹⁾.

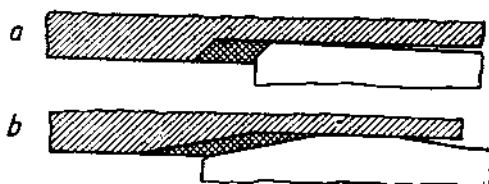


Рис. 211. Сравнение работы резцовой головки и развертки.

Действие развертки объясняется именно особенностями ее заточки. Длинное лезвие, находящееся в соприкосновении со стенкой отверстия, требует приложения весьма большого усилия перпендикулярного оси развертки, для того чтобы углубиться в материал даже на небольшую величину. Вследствие этого развертка следует за направлением рассверленной ранее дыры, не будучи в состоянии изменить ее направление.

Резцовая головка соприкасается со стенкой на значительно меньшей длине и при достаточно жестком закреплении в шпинделе способна резать сильнее одним боком чем другим, исправляя неправильность отверстия не только в отношении эллиптичности и конусности, но и направления.

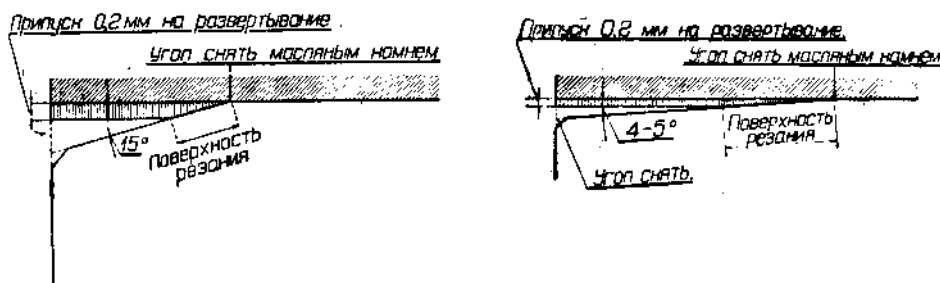


Рис. 212. Заточка разверток по Диннебиру.

Б. Качающиеся развертки. Закрепление расточной головки должно быть возможно более жестким. Поэтому здесь имеют весьма широкое применение задние (нижние при вертикальном расположении) направляющие (см. рис. 203, позиции 1, 2, 3 и 5), а в случае невозможности их применения, как например при расточке глухих дыр, стараются самой оправке придать исключительно солидные размеры (см. рис. 203, позиция 4).

¹⁾ Более детальные сведения о размерах зубцов разверток и их заточке можно найти в книге И. Диннебира „Развертывание и зенкование“.

При работе развертками жесткое закрепление также применяется в некоторых случаях и тогда конструкция оправок делается во всем похожей на таковую для оправок резцовых головок.

Всякое отклонение развертки от направления расточенной дыры, вызванное несовпадением оси развертки и отверстия, ведет к отклонению развертки в сторону, причем ось ее принимает положение среднее между положением оси шпинделя и оси отверстия. В результате получается отверстие, ось которого оказывается смещенной в сторону, и неправильное, так как развертка была нагружена односторонне и следовала по некоторому криволинейному пути (вследствие прогиба шпинделя). Поэтому жесткое на-

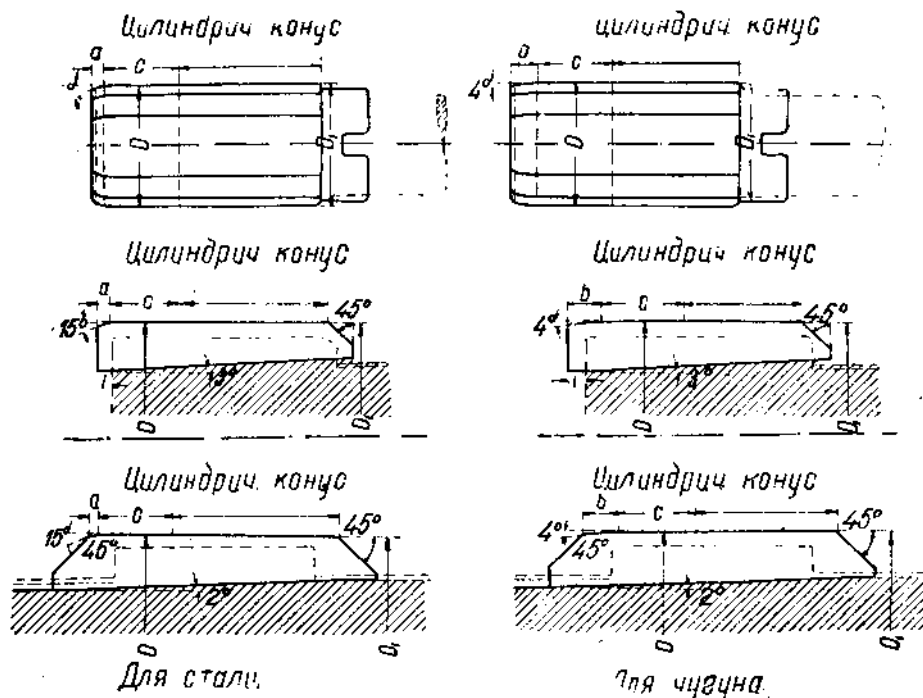


Рис. 213. Конструкция разверток по Диннебиру.

правление шпинделя принимается обычно тогда, когда стремятся путем развертывания исправить положение осей отверстий. Типичный пример такой работы — развертывание линии подшипников коленчатого вала.

В большинстве случаев цель развертывания заключается лишь в калибровке отверстий и сглаживании их стенок и поэтому жесткое закрепление пригодно лишь тогда, когда имеется гарантия в полном совпадении оси развертки с осью отверстия. Так как такого совпадения достигнуть почти невозможно вследствие неточностей в установке изделия и износа подшипников шпинделя станка, гнезд револьверной головки и т. д., то чаще развертку закрепляют в шпинделе станка шарнирно так, что она может, в узких пределах, свободно следовать за направлением расточенного отверстия, снимая одинаковую стружку со всех сторон.

Конструкции качающихся оправок для разверток должны быть таковы чтобы они допускали не только качение во всех направлениях, но и пере-

мещения развертки параллельно самой себе. Кроме того эти перемещения не должны сопровождаться приложением сколько-нибудь значительных усилий, иначе давление развертки на стенки отверстия получится неравномерным с разных сторон и отверстие окажется не вполне цилиндрическим. Качание не должно быть велико, иначе в месте входа развертки отверстие легко оказывается уширенным. Часто применяется примитивная конструкция качающейся оправки, изображенная на рис. 205, позиция С. Оправка надевается на закругленный по шару хвост конуса, закрепленного в шпинделе станка и удерживается от вращения при помощи шпильки *f*. Однако как легко видеть, качание, свободно происходит лишь в одной плоскости, в другой же, равно как и при параллельных смещениях, требует приложения значительного усилия.

Рис. 214 дает представление об очень рациональной американской конструкции качающейся оправки для разверток¹⁾. Хвост *H* закрепляется в револьверной головке, а оправка *K* может слегка перемещаться в любом направлении. Хвост *H* нарезан и на него навинчена гайка *L*. На наружной поверхности этой гайки навинчена втулка *M*.

Другой конец этой втулки нарезан изнутри и в него ввинчена гайка *N*, служащая для ограничения перемещений оправки. На конце оправки навинчена гайка *O*, которая препятствует оправке быть вытянутой из державки. Каленые штифты *P* и *Q* принимают через посредство шарика *R* все давление подачи. Крутящий момент передается „плавающей“ деталью *S* (специальной формы). Каждая из гаек *O* и *L* имеет по два выступа, как показано в *T* и *U*. Четыре шарика *V* расположены между этими выступами и деталью *S*. Как легко видеть скользкое трение в данной конструкции целиком заменено трением катания и потому развертка легко принимает любые положения, следуя за отверстием²⁾.

Сравнивая действие разверток жестко закрепленной и качающейся, мы можем прийти к заключению, что строго говоря только последний тип является разверткой в чистом виде. Развертка с направлением всегда работает отчасти как резцовая головка. Дальнейшая разница в работе обоих типов часто выражается в том, что при жестко закрепленных развертках подачи берутся небольшие — того же порядка, как и при расточке, а при качающихся они значительно увеличиваются. Интересно отметить, что одна и та же качающаяся развертка дает отверстия разного диаметра в

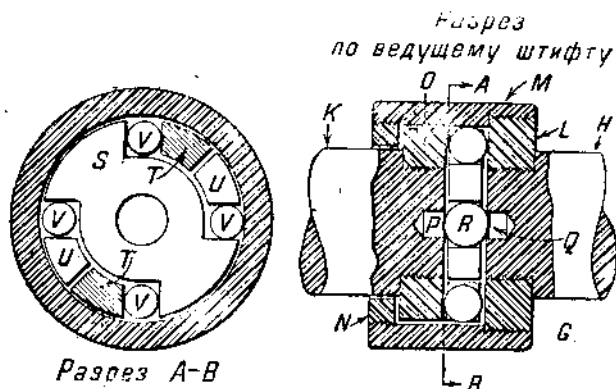


Рис. 214. Качающаяся оправка для разверток.

¹⁾ Конструкция описана в известной книге Дауд и Кертис и была отсюда заимствована и испытана автором на заводе Электросила еще в 1926 году. В настоящее время применяется на нескольких ленинградских заводах.

²⁾ Вообще правильная конструкция качающихся оправок очень важна для получения верных отверстий.

зависимости от быстроты подачи. Чем быстрее подача, тем меньше получается развернутая дыра.

Иногда, вместо того чтобы допускать свободное качание развертки, изделие оставляют на столе вертикально-сверлильного станка незакрепленным. Под давлением развертки оно само принимает такое положение, при котором ось отверстия совпадает с осью развертки. Такой метод однако хорош лишь тогда, когда есть уверенность в том, что ось развертки параллельна оси дыры и несовпадение происходит только потому, что отверстие не расположилось точно под шпинделем.

Идеально подвижной оказывается *ручная развертка*. Этот тип является разверткой в самом чистом виде, благодаря тому, что рукой невозможно оказать сколько нибудь значительное боковое давление или создать перекашивающую пару сил. Поэтому там, где требуется особенно высокая точность, часто после машинной развертки проходят отверстие вручную, снимая самую незначительную стружку. Этот метод применяется например для совместного развертывания баббитовых подшипников коленчатых валов автомобильных двигателей.

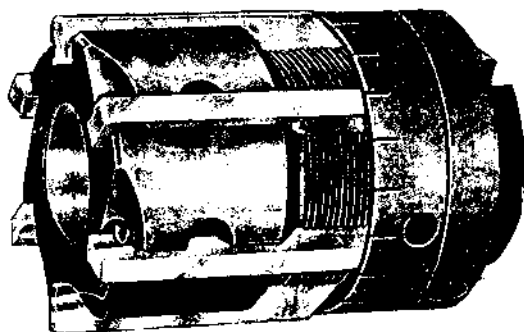


Рис. 215. Развертка Дэвис.

В. Конструкции разверток. Возвращаясь к типам разверток, применяемых для отделки цилиндров двигателей и вообще для подобной работы, заметим, что здесь преобладают развертки со вставными зубцами, конструкции которых, вообще говоря, близки к описанным конструкциям расточных головок и в основном отличаются от них следующим:

1. Изготавливаются развертки менее солидно, но зато более точно.

2. Число зубцов здесь больше чем в головках, хотя часто встречаются развертки даже с двумя ножами (подобные двусторонним головкам).

3. Заточка зубцов отличается от таковой у резцовых головок (см. выше).

4. Зубцы располагаются либо параллельно оси развертки либо с левым наклоном, в то время, как для головок преобладает правая спираль (все это относится к правому вращению станка). Такой выбор объясняется тем, что развертки с правой спиралью, встречая очень малое осевое сопротивление в связи с малыми припусками на развертывание, легко врезаются в материал, отчего (при наличии слабых в станке) получаются дрожания и отверстие теряет правильную форму и гладкую поверхность. При зубцах, направленных по левой спирали, развертка стремится оттолкнуться от отверстия, создавая добавочное сопротивление, выбирающее все слабину. Отверстие получается чистое. Ухудшение условий резания, очень неприятное при снятии больших количеств металла, здесь несущественно, так как развертка оказывает не столько режущее, сколько скобящее действие.

Приведем несколько конструкций разверток, служащих специально для обработки цилиндров. Рис. 215 изображает конструкцию фирмы Дэвис. Такие развертки изготавливаются нормально для отверстий $1\frac{1}{8}$ —6" (29—

150 мм), но могут иметь и большие размеры. Число ножей для меньших размеров 6, далее 8, 10 и для наибольших 12. Материал — обычно быстрорежущая сталь. Ножи закрепляются калеными коническими шпильками и положение их, а следовательно и диаметр отверстия, регулируется гайками, расположенными с задней стороны.

Описанные развертки являются типичными при обработке цилиндров автомобильных и других небольших двигателей. Однако для этой же цели часто применяются и *цельные развертки*.

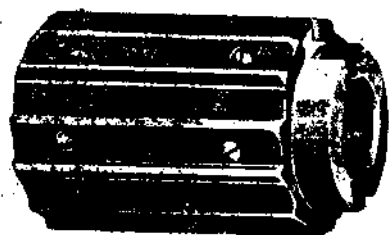
Рис. 216 показывает чистовую развертку Peerless фирмы The Cleveland Twist Drill Co (Америка) с 12 зубцами. Она имеет шесть прорезей и раздается в небольших пределах при ввинчивании центральной конусной пробки. Ключ имеет шпонку, входящую в шпоночную



Рис. 216. Развертка Peerless.

канавку центрального отверстия в пробке. Интересна конструкция зуба: пластинка быстрорежущей стали впаина специальным способом в тело из легированной несамокальной стали. Черновые развертки той же фирмы выполняются сплошными (без прорезей).

Рис. 217 показывает другой очень распространенный тип развертки и резцовой головки фирмы The Gicholt Machine Co (Америка). Здесь зубцы выполнены отдельно от корпуса развертки и присоединяются простейшим способом — винтами. Регулировка производится путем подкладывания под зубцы листовой латуни, фольги или бумаги.



Развертки являются очень дорогим инструментом — в особенности при больших диаметрах. Так например головки развертки, изображенные на рис. 201, 215 и т. д., стоят в Америке при диаметре 75 мм около 50 дол., а при диаметре 150 мм до 150 дол. штука.

Развертки цельные, стоят значительно дешевле, а именно при диаметре 75 мм около 17 дол.; разжимные (см. рис. 216) стоят около 25 дол. штука.

В заключение укажем, что двухконечный расточной инструмент, изображенный на рис. 193¹⁾, иногда используется как чистовая развертка. Для этого центральный винт, закрепляющий

блок на месте, слегка ослабляют. Достаточно дать слабину 0,1 — 0,2 мм и даже менее, чтобы развертка получила свойство самоустанавливания в расточ-

¹⁾ Кроме описанных инструментов фирмы Дэвис известностью пользуются инструменты того же типа фирмы The Kelly Reamer Co (Америка).

ченном отверстии. Блок сам устанавливается так, что оба лезвия снимают одинаковую стружку.

Известную оригинальность представляет инструмент, применяемый неко-

торыми автомобильными фирмами, который позволяет соединить чистовую расточку и развертку. Рис. 218 показывает такой набор, применяемый фирмой Хотчкисс (Франция).

Слева (позиция А) изображена простейшая черновая расточная головка, в которой два резца прижаты болтами. Справа (позиция Б) показан комбинированный инструмент, нижняя часть которого С является чистовой двухрезцовой расточной головкой, а верхняя А — разверткой. Соединение двух инструментов уменьшает число операций на одну.

В данном случае обработка блока состоит из:

- | | |
|-------------------------------------|-------|
| а) черновой расточки до диаметра 78 | мм |
| б) чистовой | 79,7 |
| в) развертывания | 79,99 |
| г) развальцовки | 80,00 |

Операции б и в соединены в одну.

Рис. 219 показывает такой же инструмент на завод Моррис (Англия). Резцы 10×10 мм; развертка имеет свободу перемещения на своей оправке.

Г. Инструмент для расточки камеры сжатия. Специальный инструмент применяется для расточки камеры сжатия в некоторых типах автомобильных цилиндров, отлитых заодно с крышками (т. е. глухих).

Эта операция необязательна и иногда стенка цилиндра сверху, куда никогда не доходит поршень, оставляется черной. Обработка ее преследует цель получения всех цилиндров с одинаковой степенью сжатия.

Рис. 220 изображает один из таких инструментов. В прорези оправки помещается плоская державка В для резца А, которая может качаться вокруг цапфы С. Сам резец устанавливается и закрепляется в державке при помощи двух винтов. В центре оправки просверлено отверстие, в котором помещается тяга D, соединенная на одном конце с

державкой (в державке имеется прорез, в который входит палец, ввернутый в тягу D). Другой конец тяги соединен с кольцом E, надетым на верхнюю

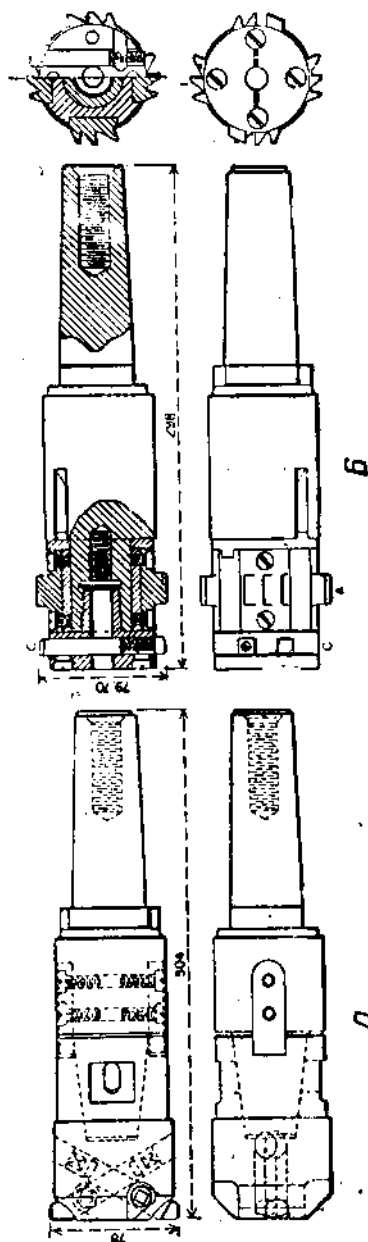


Рис. 218. Комбинированный расточный инструмент Хотчкисс.

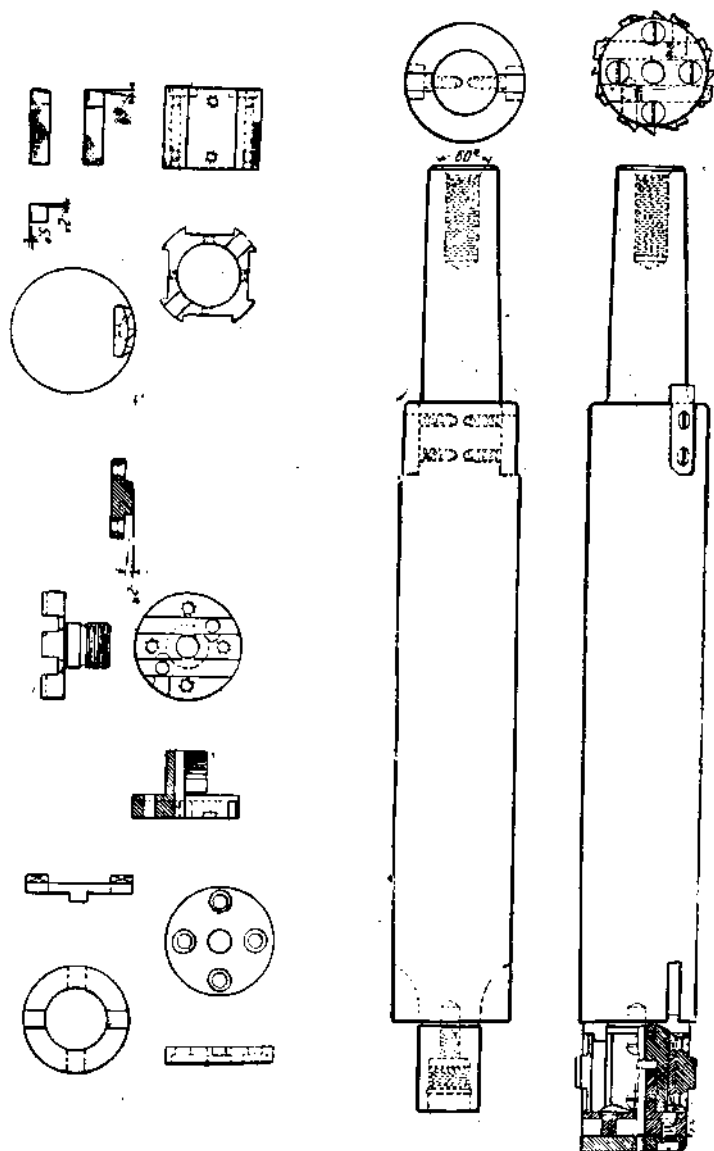


Рис. 219 Комбинированный инструмент Моррис.

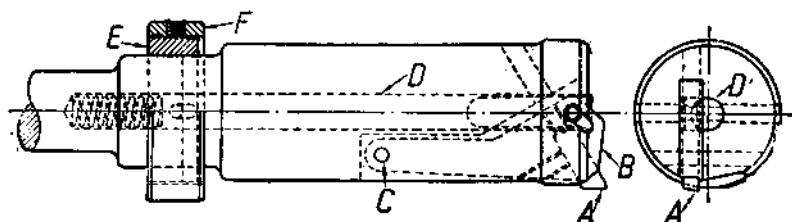


Рис. 220. Инструмент для расточки камеры сжатия.

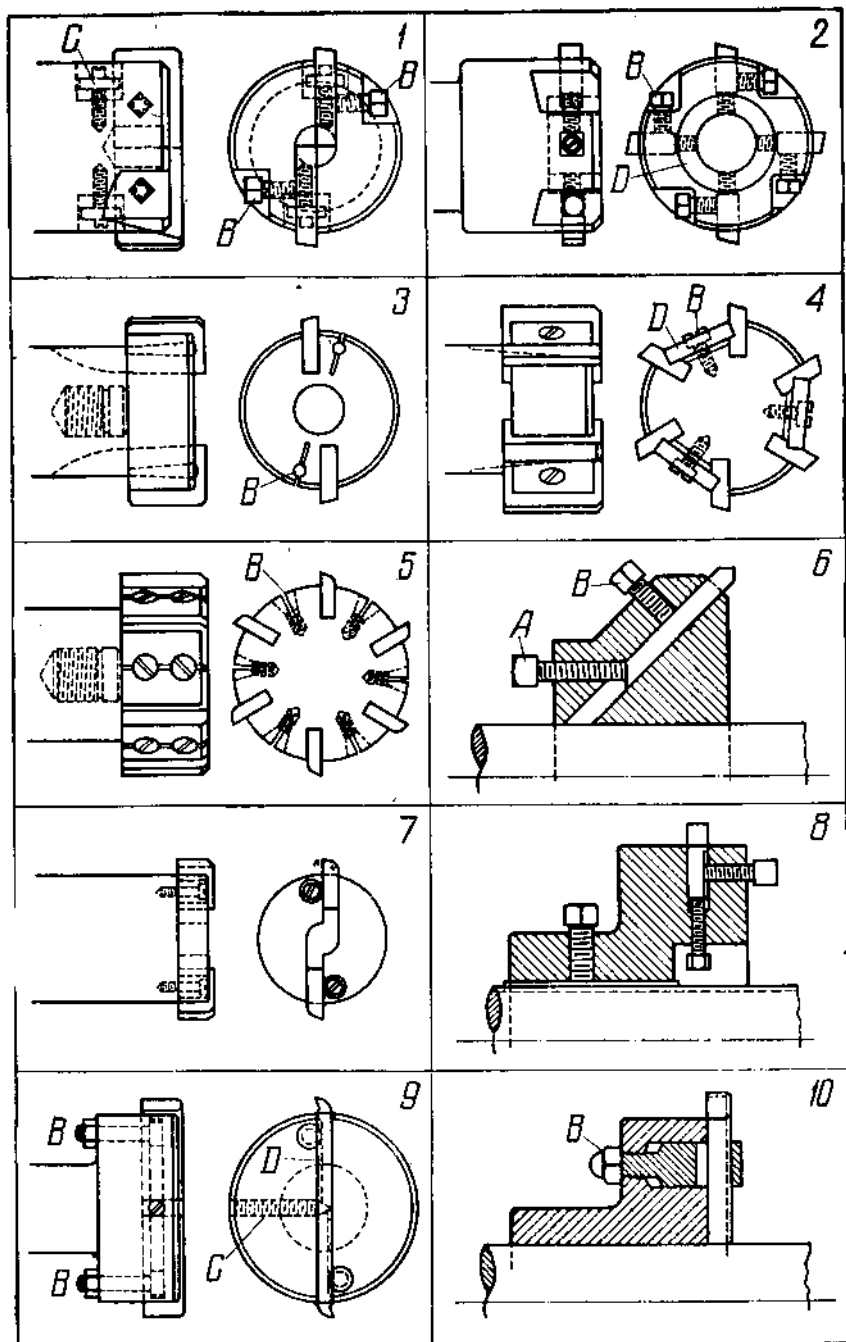


Рис. 221. Различные конструкции резцовых головок.

часть оправки и могущим по ней перемещаться. Соединение достигается при помощи штифта, проходящего сквозь овальный прорез оправки и укрепленного концами в кольце, а серединой в тяге *D*. На кольцо *E* навинчена гайка *F*, которая устанавливается по месту и закрепляется нажимным винтом. При движении оправки вниз наступает момент, когда гайка *F* опирается на конец цилиндра и заставляет передвигаться кольцо *E*, тягу *D*, державку *A* и резец в ней.

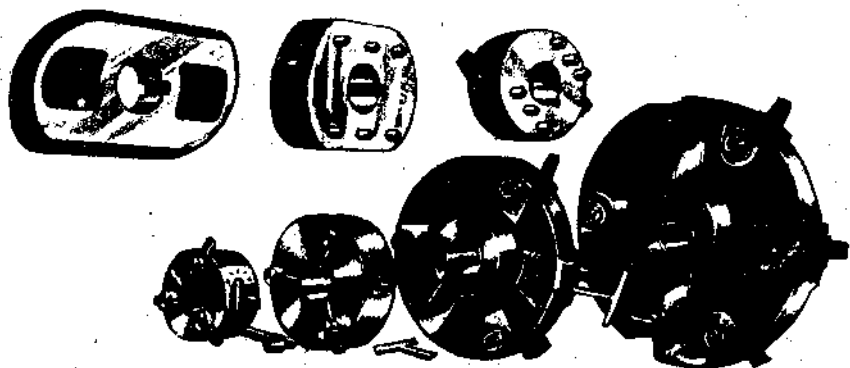


Рис. 222. Резиновые головки фирмы Kearns.

6. Расточные головки и развертки для больших диаметров.

Описанные типы головок и разверток применяются обычно для диаметров, не превышающих 150—200 мм. Для более крупных чаще применяются инструменты более простой формы. Рис. 221 ¹⁾ изображает различные конструкции ножевых и резцовых головок.

Позиция 1 — головка для чугуна, имеющая два ножа, устанавливаемые закаленными винтами *C* и закрепляемые на месте болтами *B*. Буртики винтов *C* входят в прорезы, сделанные в теле ножей.

Позиция 2 — головка для стали, 4 резца устанавливаются винтами и крепятся болтами *B*.

Позиция 3 — головка для латуни и другой легкой расточной работы. Установка ножей производится путем перемещения их в пазах в продольном направлении, а закрепление — коническими штифтами *B*.

Позиция 4 — головка для чистовой расточки (или развертывания). Ножи устанавливаются, как в позиции 3, а закрепляются накладками *D* и винтами *B*.

Позиция 5 — чистовая головка. Шесть ножей крепятся при помощи конусных винтов *B*.

Позиция 6 — головка для больших отверстий. Установка резцов про-



Рис. 223. Летучий суппорт Kearns.

¹⁾ Из Machinery's Handbook.

изводится винтом *A*, а закрепление винтом *B*. Наклонное положение резцов позволяет производить расточку у самого дна глубокого отверстия.

Позиция 7 — головка для легкой работы с закреплением ножей при помощи втулок (у которых по одной стороне отфрезеровано на плоскость), поставленных под углом для получения клинового действия.

Позиция 8 — головка для больших отверстий с винтами для регулировки положения резцов.

Позиция 9 — легкая головка с установкой ножей при помощи конусного винта *C* и закреплением их при помощи болтов *B*, головки которых входят в канавки *D*.

Позиция 10 — головка с закреплением резцов болтами *B*, имеющими отверстия по форме сечения резца.

Рис. 222 показывает различные резцовые головки в исполнении фирмы Kearns (Англия). Наверху показаны три простейших конструкции с закреплением резцов болтами без приспособлений для регулировки. Внизу изображены более совершенные исполнения с регулировкой одного из резцов. Этим приспособлением пользуются для чистовой расточки, которую таким образом производят одним резцом. Головки обоих типов изготавливаются девяти размеров для расточки отверстий от 150 до 2000 мм.

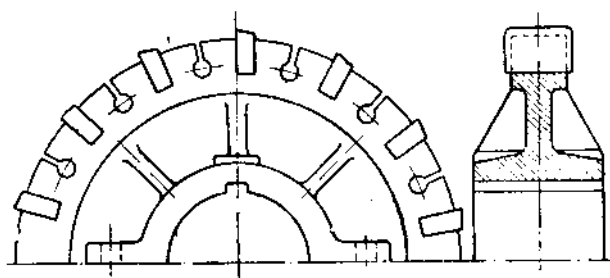


Рис. 224. Большая развертка.

Рис. 223 показывает конструкцию летучего суппорта фирмы Kearns. Такие суппорта существуют и с резцодержателями на обеих ветвях. В данном случае вместо одного из резцодержателей установлен противовес. Подача здесь производится от звездочки. Летучие суппорта служат для облицовки фланцев и других торцовых плоскостей на расточных станках. Надеваются они обычно прямо на борштангу, которая в таком случае не должна иметь продольного движения. Для удобства установки супорт сделан из двух половин.

При обработке больших диаметров развертками пользуются сравнительно редко. Однако последние иногда изготавливаются весьма значительных размеров.

Рис. 224 изображает конструкцию большой развертки, которой пользовались на заводе Красное Сормово для чистовой обработки втулок двигателей дизеля. Такие развертки (булавки) имеют диаметром до 500 мм, при ширине ножей 50 мм и толщине 10 мм. На развертывание оставляют около 0,05 мм на сторону. Ножи заточены так, что сглаживает отверстие лишь средняя часть (длиною около 20 мм). Пользование такими развертками требует большого внимания.

Фирма Niles (Америка) при обработке деталей станков применяет развертки для отверстий диаметрами до 300 мм при длине до 1800 мм¹⁾.

¹⁾ См. American Machinist, т. 68, стр. 529.

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ. ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ЦИЛИНДРОВ.

1. Различные методы отделки поверхности цилиндров.

При серийном и массовом производстве небольших цилиндров кропотливый метод отделки расточкой применяется очень редко. Помимо дороговизны, необходимости пользоваться рабочей силой высокой квалификации и крайней трудности получения взаимозаменяемых изделий — способ имеет тот недостаток, что поверхность остающаяся после обработки, не получается вполне гладкой и чистой. Даже при наиболее тщательной работе после расточки все же остаются следы реза, которые быстро стираются при действии двигателя, причем цилиндр сразу же теряет меру ¹⁾.

Поэтому заводами, изготавливающими цилиндры массовым способом, разработано много методов, удешевляющих работу и одновременно повышающих ее качество. Главнейшие из них (кроме рассмотренной отделки расточкой), применяемые при чистовой обработке цилиндров, следующие:

- а) Развертывание.
- б) Шлифование.
- в) Притирка (Lapping-процесс).
- г) Хонинг-процесс.
- д) Развальцовка.

Проход разверткой — наиболее обычный способ чистовой обработки малых цилиндров. Иногда этим и ограничиваются, но в большинстве случаев после развертывания применяют еще дополнительную отделку одним из нижеописанных методов.

2. Шлифовка цилиндров.

Шлифовка получила такое широкое применение при отделке наружных поверхностей, что во многих случаях является единственным методом применяемым для этой работы (например отделка различных точных валиков, шатунных болтов и т. д.). Поэтому казалось бы естественным предположить, что тот же метод рано или поздно вытеснит все другие и при внутренних работах. Однако несмотря на то, что стенки для шлифовки цилиндров появились уже давно, применение этого метода по сей час довольно ограничено и в общем не обнаруживает склонности к росту.

Главнейшей причиной такого странного на первый взгляд явления надо считать чисто принципиальные трудности, возникающие при конструировании

¹⁾ Гладкая поверхность уменьшает срок приработки поршней и повышает компрессию. Особенное значение получила отделка поверхности цилиндра после расширения алюминиевых поршней. При негладких стенках такое их получалось чрезмерным.

цилиндрошлифовальных станков. Малое пространство, которым мы располагаем внутри цилиндра при большой длине последнего, делает всю конструкцию очень чувствительной и нежной. В результате возможна работа только с малыми сечениями стружек, но и при таких условиях часто возникают расстройство станка, выводящие его из действия и ведущие к потере точности.

Однако *теоретически метод шлифовки должен быть признан дающим наиболее точные результаты из всех известных способов*, так как при снятии малых стружек все ошибки от неодинаковой твердости материала, разного размера припуска и от пружинения изделия и инструмента — отпадают и цилиндр получается верным в пределах точности станка, которая может быть весьма высокой.

Безусловные преимущества шлифовка имеет в том случае, когда отливка очень твердая (порядка 250 по Бринеллю) или когда она неоднородного

качества с твердыми и мягкими местами на поверхности цилиндра.

Наконец при обработке цилиндров двухтактных моторов, имеющих окна для прохода газов, встречаются затруднения при работе развертками — в этом случае шлифовка может также оказаться целесообразной ¹⁾.

Для шлифовки цилиндров имеется много конструкций специальных станков, которые все принадлежат к типу *планетарных*. Особен-

ностью их устройства является двойное вращение круга, быстрое вокруг своей оси и медленное вокруг оси цилиндра. Кроме того круг или изделие имеют прямолинейное возвратное движение.

Причиной сообщения кругу двойного планетарного вращения является невозможность привести во вращательное движение само изделие, вследствие его громоздкости и часто неудобной формы (например несколько цилиндров, отлитых в блоке).

При шлифовке одиночных небольших цилиндров могут применяться обычные станки для внутренней шлифовки, в которых одно вращение имеет само изделие, а круг вращается только вокруг *своей* оси. Планетарные шлифовальные станки в настоящее время строятся всех размеров — начиная с мелких, служащих для автомобильных цилиндров и кончая весьма крупными, применяемыми при шлифовке цилиндров дизелей и других больших машин.

Приводим краткое описание нескольких распространенных типов.

Наибольшей известностью пользуются станки для шлифовки цилиндров фирмы The Heald Machine Co (Америка).

¹⁾ Чтобы избежать затруднений при расточке окна иногда выфрезеровывают после обработки цилиндра.

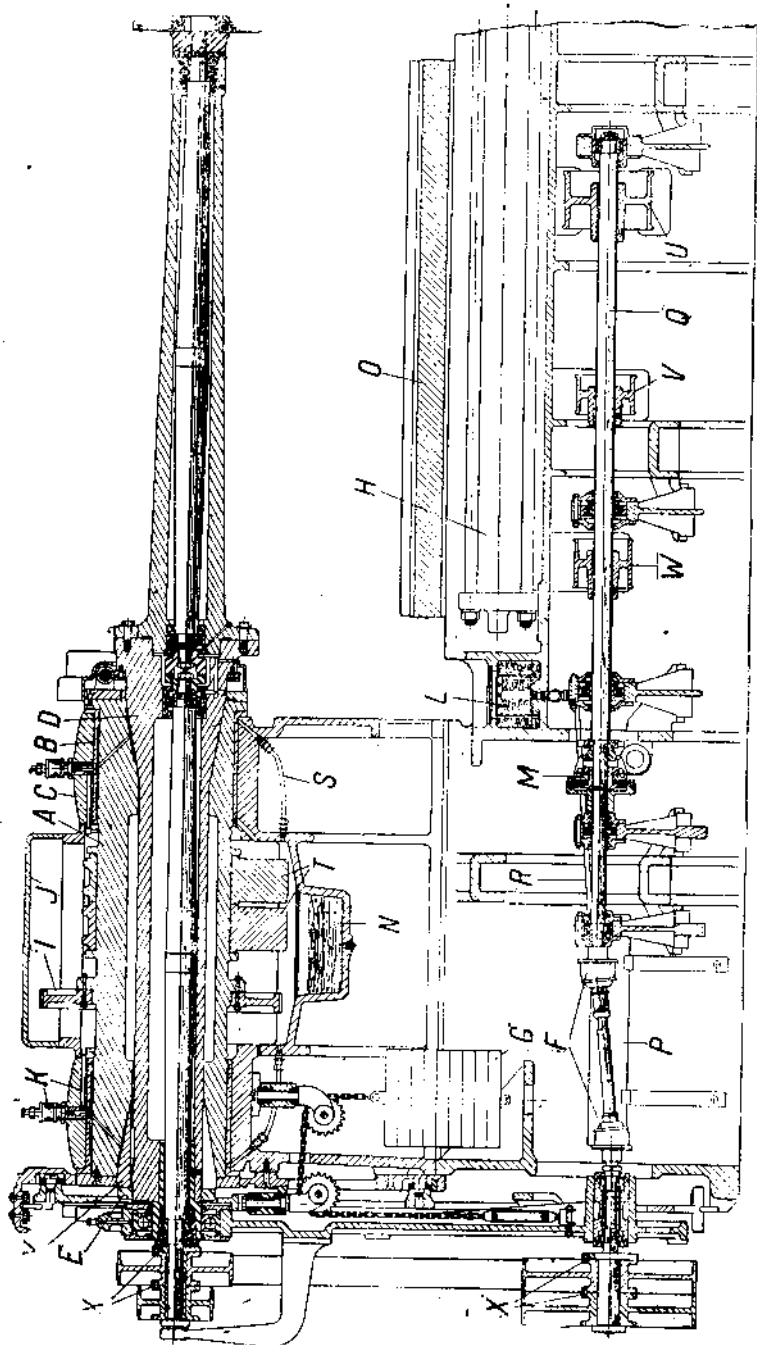


Рис. 226 Разрез шлифовального станка Микро.

А — Главный цилиндр (наружный цилиндр); В — Крышка подшипника; С — Крышка подшипника; D — Внутренний цилиндр; E — Крепительная тарелка; F — Углеродный шарик; G — Противовес палитры; H — Гидравлический цилиндр для движения стола; I — Шестерня для вращения главного цилиндра; J — Кожух; K — Масленник с вилкой подачи масла; L — Фильтр для масла; M — Муфта с двумя дисками; N — Резервуар масла для направляющих подшипников; O — Стол; P — Резервуар масла для направляющих подшипников; Q — Главный приводной вал; R — Обратная труба для масла от направляющих стола; S — Обратная труба для масла от главного цилиндра; T — Противовес главного цилиндра; U — Шпинь передвигающие различные движущие ступи от главного вала; X — Предохранительные шпинь (против перегрузки); Y — Заднее упорное кольцо внутреннего цилиндра.

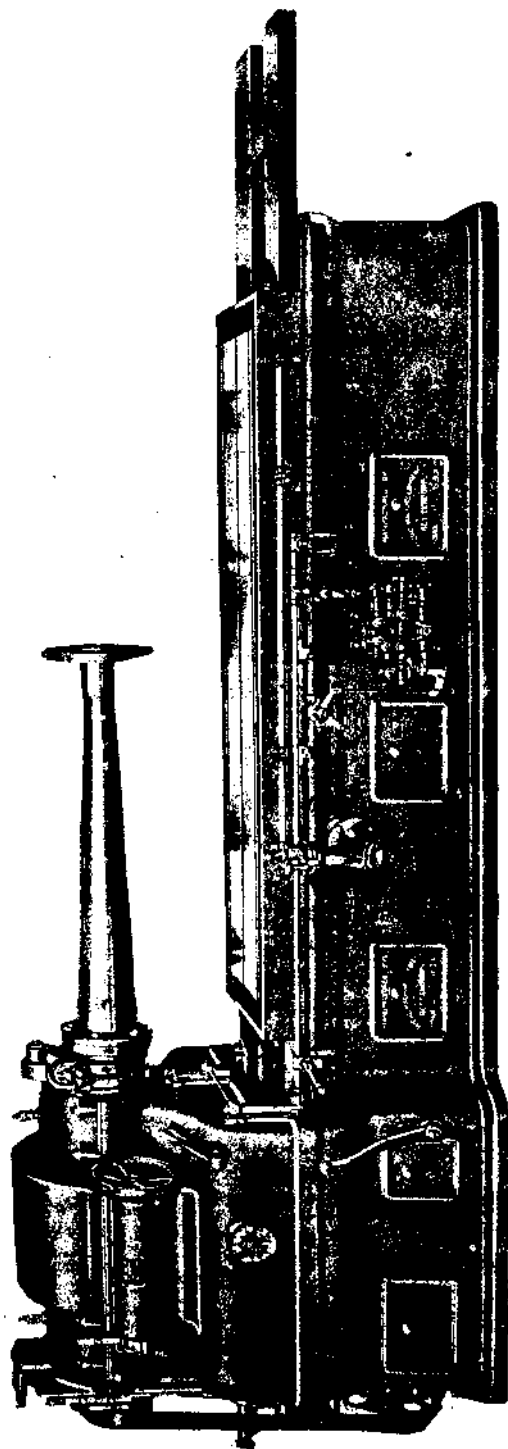


Рис 227. Внешний вид станка Микром

Станок этого типа вместе с установленным на его столе двухцилиндровым блоком изображен на рис. 225. В то время, как шпиндель имеет планетарное вращение, стол движется поступательно вперед и назад, причем его ход ограничивается остановками. На главном столе имеются поперечные салазки, по которым движется вспомогательный стол с укрепленным на нем приспособлением.

При поперечных перемещениях стола расстояние между цилиндрами устанавливается приблизительно при помощи упора, а точно по микрометрическому указателю на поперечном винте. Поперечная подача регулируется изменением эксцентриситета рабочего шпинделя. Для грубой установки служит червячный валик, а для точной — кнопка. Поворот на один зубец соответствует подаче приблизительно 0,006 мм (0,00025") по радиусу.

После окончания шлифовки одного цилиндра указатель ставят на ноль, а червячный валик поворачивают в обратную сторону приблизительно на один оборот так, чтобы круг отошел от стенки обработанного цилиндра и мог быть введен в необработанный. При шлифовке следующего цилиндра круг подается до тех пор, пока указатель опять не станет на ноль. Этим способом сильно сокращается количество промеров при шлифовке.

Станок имеет довольно сложный ременный привод (не показанный на фотографии).

Другая американская фирма, изготавливающая подобные станки, это The Micro Machine Co. Завод выпускает серию типов планетарных станков для шлифовки цилиндров от 25 мм диаметром при длине 150 мм до 1200 мм диаметром при длине 2100 мм.

Рис. 226 показывает разрез станка. Радиальная подача круга производится путем поворота внутреннего цилиндра *D* относительно наружного *A*, для чего они связаны червячной передачей, имеющей такое устройство, что приведение ее в действие возможно на ходу станка. Вращая червяк, меняем эксцентриситет рабочего шпинделя относительно оси вращения главного цилиндра *A* и тем самым меняем диаметр шлифовки.

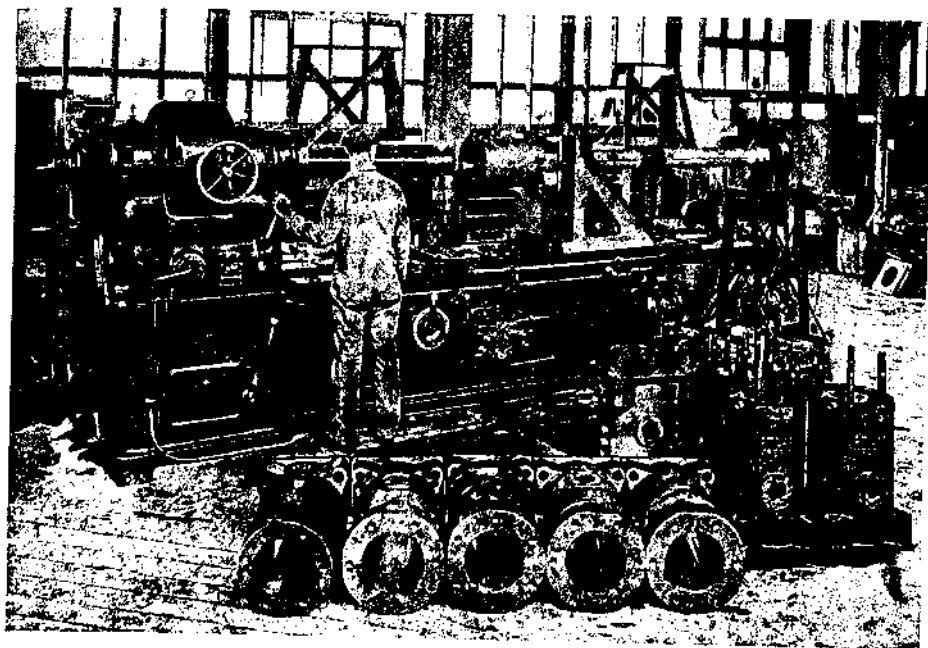


Рис. 228. Шлифовка цилиндров двигателей Дизеля.

Рис. 227 дает внешний вид описанного станка Микро.

Рис. 228—230 показывают шлифовку цилиндров двигателя Дизеля на крупных станках этого типа. На рисунках видны приспособления для установки цилиндров на станках. Следует обратить внимание на способ отсасывания пыли, для чего к станку пристроена телескопическая труба, одна часть которой движется вместе со столом, а другая присоединена к вентилятору.

Рис. 231 показывает шлифовку железа статора электромотора на таком же станке. На том же рисунке внизу справа показано приспособление для установки статора. Из рассмотрения рисунка видно, что шлифовка производится со вложенной на место обмоткой. Такой метод работы вызывается тем, что при пустых пазах зубцы тонких пластин динамного железа легко отгибаются под действием круга. При шлифовке без обмотки приходится либо забивать пазы деревянными клиньями—либо применять другие способы предохранения зубцов от отгибания.

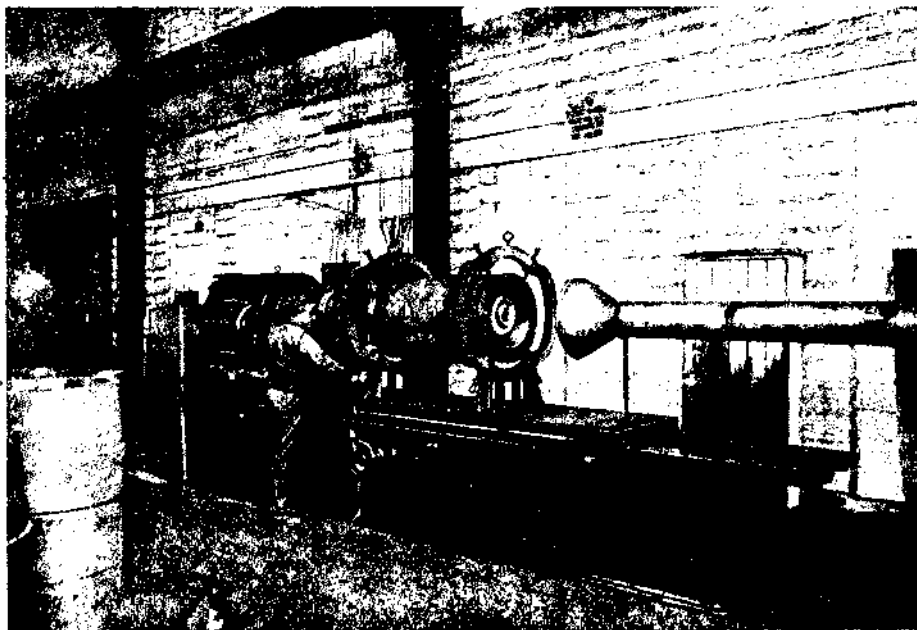


Рис. 229. Шлифовка втулки цилиндра дизеля отдельно от рубашки.

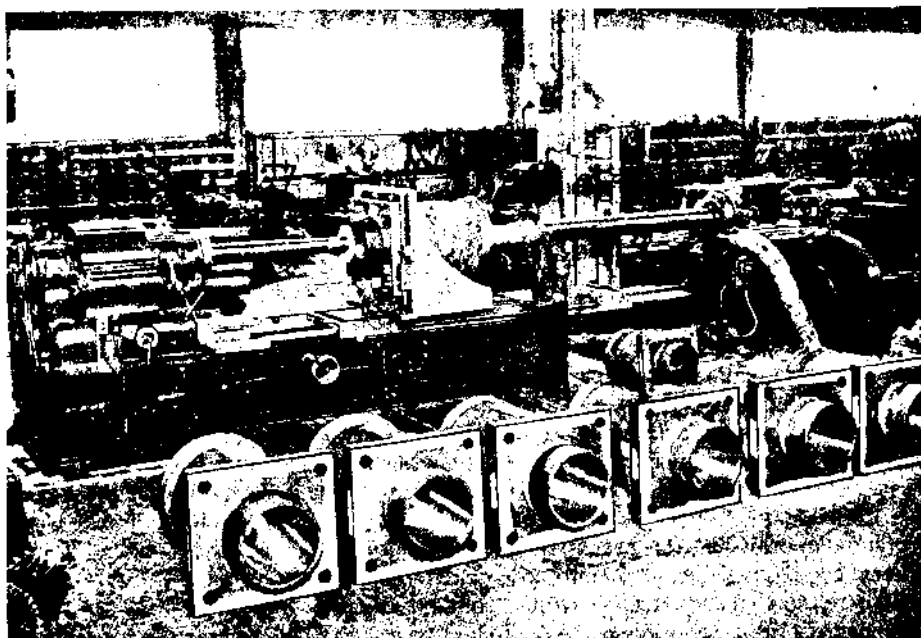


Рис. 230. Шлифовка втулок цилиндров дизеля после запрессовки их в рубашки.

Рис. 232 показывает очень простой и остроумный способ решения этой задачи. В пазы статора закладываются круглые стержни и стягиваются по концам резинками в форме колец. Закладка стержней занимает очень мало времени. Для этого достаточно шлифованный статор со стержнями положить на следующий, подлежащий шлифовке, чтобы, при снятых резинках, стержни сами переместились в пазы второго статора ¹⁾. Давление круглых

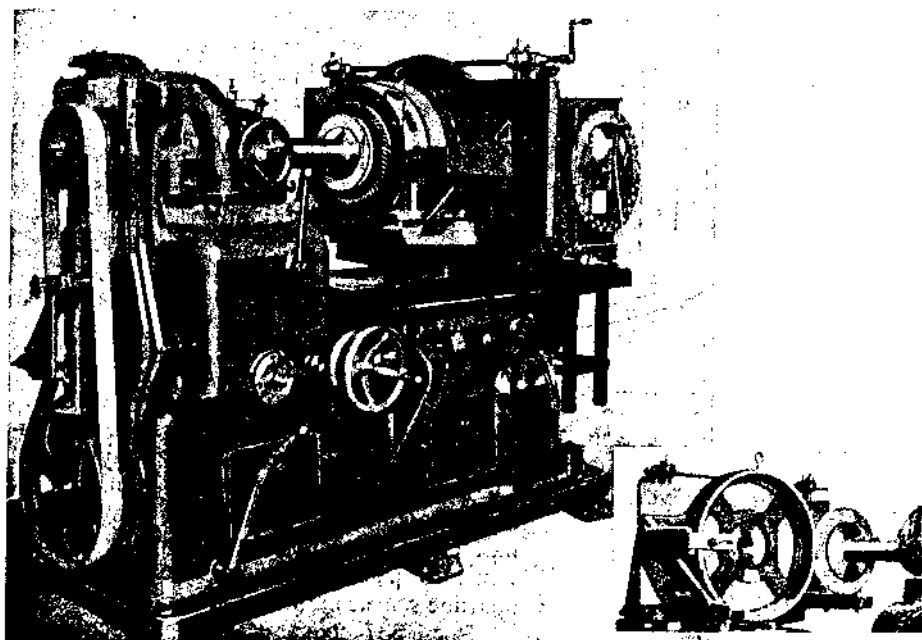


Рис. 231. Шлифовка железа статора на станке Микро.

стержней, входящих в клиновидную часть паза, оказывается вполне достаточным для того, чтобы предохранить зубцы от смещения.

Планетарные шлифовальные станки строятся не только горизонтального типа, но и вертикального. Рис. 233 показывает такой станок фирмы Schmalz, а рис. 234 схему его работы при шлифовке различного рода поверхностей.

Рассмотренные до сих пор типы шлифовальных станков работают по схемам 7 и 8 главы X. Неизменность опорных условий позволяет здесь получить точную работу. Желание сделать станок более жестким заставляет конструировать шлифовальные станки подобно расточным с направлением для скалки, несущей инструмент.

Рис. 235 изображает такой станок фирмы Schmalz (Германия) для шлифовки цилиндров 330—600 мм диаметром при длине до 1800 мм. Фирма предназначает его специально для шлифовки цилиндров двигателей Дизеля.

Рис. 236 показывает часть шпинделя с шлифовальным кругом А, эксцентрично на нем установленным и вращающимся от специального электро-

¹⁾ Приводим этот пример, как на редкость простое решение сложной технической задачи. Метод был применен на заводе Электросила

мотора, помещенного на одной оси с кругом. Шпиндель представляет пу-
стотелую отливку очень сложной формы.

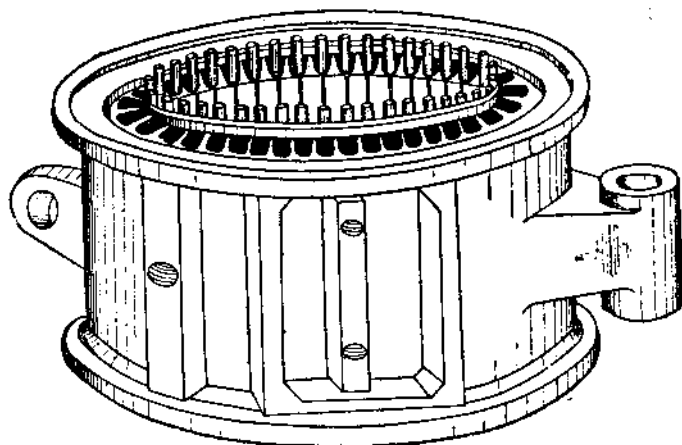


Рис. 232. Метод шлифовки статора электромотора без обмотки.

Как мы уже упоминали, для расшлифовки небольших одиночных ци-
линдров применяются вместо планетарных — простые станки для внутренней
шлифовки. Цилиндр устанавливается в специальном приспособлении, закреп-
ленном на шпинделе станка и вращается с
ним совместно. Круг имеет кроме враща-
тельного рабочего еще прямолинейно-воз-
вратное движение подачи.

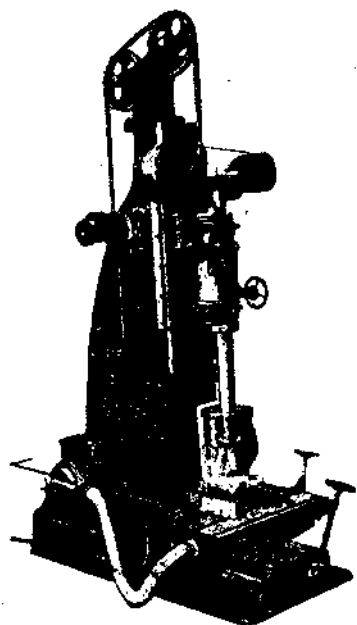


Рис. 233. Вертикальный планетарный шлифовальный станок.

Рис. 237 показывает приспособление
для шлифовки стальных цилиндров мото-
ров Либерти. Тонкостенные изделия легко
деформируются — и поэтому имеет боль-
шее значения метод закрепления. В данном
случае цилиндр крепится своим фланцем
к отдельному стакану, снабженному пятью
говоротными крючкообразными болтами.
Весь стакан вставляется в чашкообразный
патрон и центрируется в нем конусами *C*
и *D*. Две нажимных планки *E* держат ста-
кан на месте. Задний конец цилиндра уде-
рживается дополнительно при помощи плун-
жера *F*, опирающегося на три точки и
нажимаемого пружиной *G*. Шлифовщик
имеет в своем распоряжении два загрузоч-
ных стакана и устанавливает втулку в один
из них в то время, когда другой находится
на станке. Если несколько станков работ-
ают параллельно, то все стаканы подходят
ко всем патронам. Шлифовка производится
с водой, которая подается внутрь цилиндра

по гибким трубам $J-K$. Вода к ним подается в свою очередь по каналу H сквозь шпиндель. Шлифовка с водой препятствует нагреву цилиндра и сообщает поверхности стального изделия более гладкую поверхность. При шлифовке цилиндров диаметром 127 мм и длиной 280 мм снималось по диаметру около 1 мм, из них около 0,75 при черновой шлифовке, а остальное при окончательной. Круг алундовый шириной 20—25 мм при диаметре 115 мм. Черновая шлифовка занимала около 12 мин., а чистовая около 15 мин., включая установку. Допуск на шлифовку 0,013 мм (0,0005"). Допуск на расточку под шлифовку 0,13 мм (0,005").

Станок Bryant Chucking Grinder Co (Америка), изображенный на рис. 238, имеет широкое применение для подобных работ.

При шлифовке чугунных цилиндров на планетарных станках обычно работают без воды. Для того чтобы цилиндр имел определенную температуру, часто во время шлифовки в рубашку пускают холодную или горячую воду.

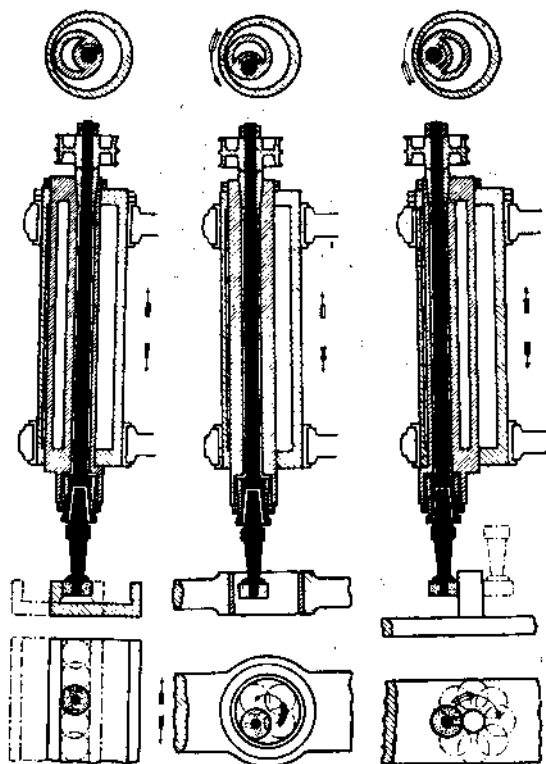


Рис. 234. Схема работы планетарного станка

3. Развальцовка, протяжка и некоторые другие методы обработки цилиндров.

В целях придания гладкой и плотной поверхности многие автомобильные фирмы применяют *развальцовку цилиндров*. Нужно заметить, что эта операция обычно следует за разверткой и не сопровождается снятием слоя металла, а лишь уплотнением поверхности. Поэтому точные размеры должны

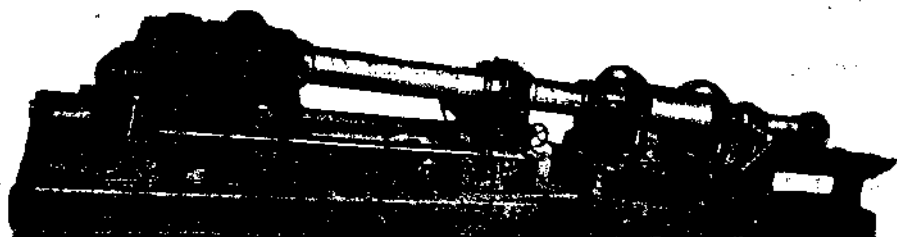


Рис. 235. Цилиндро шлифовальный станок с направляющими для шпинделя.

быть приданы цилиндру уже предварительно. Как на недостаток метода надо указать на некоторую затруднительность получения вполне круглого цилиндра. Вальцовка, оказывая сильное давление на стенки цилиндра, заставляет их несколько раздаваться, а так как их толщина различна в различных местах цилиндра, то степень пружинения стенок также неодинакова. В результате легко получается некоторое нарушение цилиндрической формы. Нужно однако указать, что несмотря на упомянутое обстоятельство многие фирмы получают при помощи развальцовки вполне удовлетворительные результаты. Объяснение надо искать в очень малом изменении диаметра при данной операции, благодаря чему ошибка от неодинаковой раздачи стенок будет очевидно также невелика. При определении диаметра вальцовки надо учитывать раздачу стенок, так как после извлечения вальцовки они опять несколько спружинивают внутрь. Размер пружинения определяется опытом.

Кроме того при вальцовке различные заусенцы иногда вдавливаются (закатываются) в материал стенки цилиндра, что может повлечь за собой неприятности при эксплуатации двигателя.

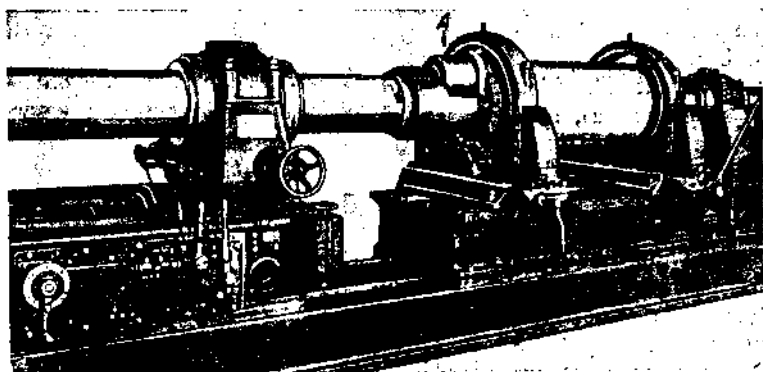


Рис. 236. Шпиндель станка Schmalz.

Припуск по диаметру на вальцовку обычно оставляется 0,01—0,05 мм, чаще 0,02—0,03 мм, при диаметрах цилиндра 60—100 мм.

Скорость обкатки и подачи сильно колеблется в отдельных случаях. При вальцовке применяют смазку маслом.

Конструкций вальцовок существует много. Здесь приводим только две из них. Рис. 239 показывает вальцовку, применяемую фирмой Petters Ltd (Англия) при обработке цилиндров небольших стационарных двухтактных двигателей с диаметром цилиндра $3\frac{3}{4}$ " (95 мм). Корпус инструмента сделан из стали, цементирован на глубину 1,5 мм, шлифован и отполирован на диаметре $2\frac{1}{2}$ ", чтобы он мог служить опорной поверхностью для 12 роликов. Ролики также закаленные и шлифованные. Роликовые обоймы *N* из фосфористой бронзы надсверлены так, что концы роликов *Q* входят в них как в подшипники. Три сквозные отверстия в тех же обоймах служат для распорных стержней *P*, удерживающих обоймы на определенном расстоянии. Эти стержни прошпильтованы после сборки. Длина стержней *P* немного больше длины роликов, так что последние имеют осевую игру около 0,05 мм. Сами ролики слегка бочкообразной формы и к концам на 0,05 мм тоньше чем посередине. В середине ролика имеется параллельный участок около 3 мм.

Давление вверх и вниз передается через шариковые подпятники, закреп-

ленные двумя гайками. При работе вальцовка делает 250 об./мин.¹⁾ и имеет подачу 150 мм в мин. Достаточно протолкнуть вальцовку один раз вниз и один раз вверх — чтобы получить чистую поверхность. Припуск оставляется 0,02 мм на диаметр.

Рис. 240 показывает вальцовку, применявшуюся на заводе Форда (Ирландия). Особенность конструкции заключается в том, что ролики могут наклоняться в обе стороны на 3° . Цель этого — облегчить введение и вытаскивание инструмента. Если ролики укреплены под одним определенным углом, то ввести вальцовку в цилиндр и вытащить ее можно только при помощи механической подачи. При подвижных же роликах, введя вальцовку от механической подачи, можно ее вытащить вручную, что дает значительное сбережение времени. Концы роликов входят в стальные обоймы, между которыми имеются два шариковых подпятника и каленая втулка, свободно насаженная на центральный стержень. Ролики катаются по окружности этой втулки и ограничены в своих угловых перемещениях при переходе от левой к правой спирали шпильками, стесняющими свободу передвижения обойм. Работа ведется на четырехшпиндельном вертикальном сверлильном станке со скоростью обкатки 40 м/мин. и скоростью подачи 1700 мм в минуту. Припуск на развальцовку 0,025 мм на диаметр. Диаметр цилиндра 95 мм. Полное время операции 1 мин. 5 сек.

Фирма Моррис (Англия) применяет вальцовку с 12 роликами и тремя распорными стержнями. Наклон роликов 1° , они имеют бочкообразную форму с диаметрами 11,25 и 11,36 мм соответственно, цилиндрическая часть посередине 4 мм. Скорость вальцовки 500 об./мин., что соответствует скорости обкатки 110 м/мин. Подача 250 мм в минуту.

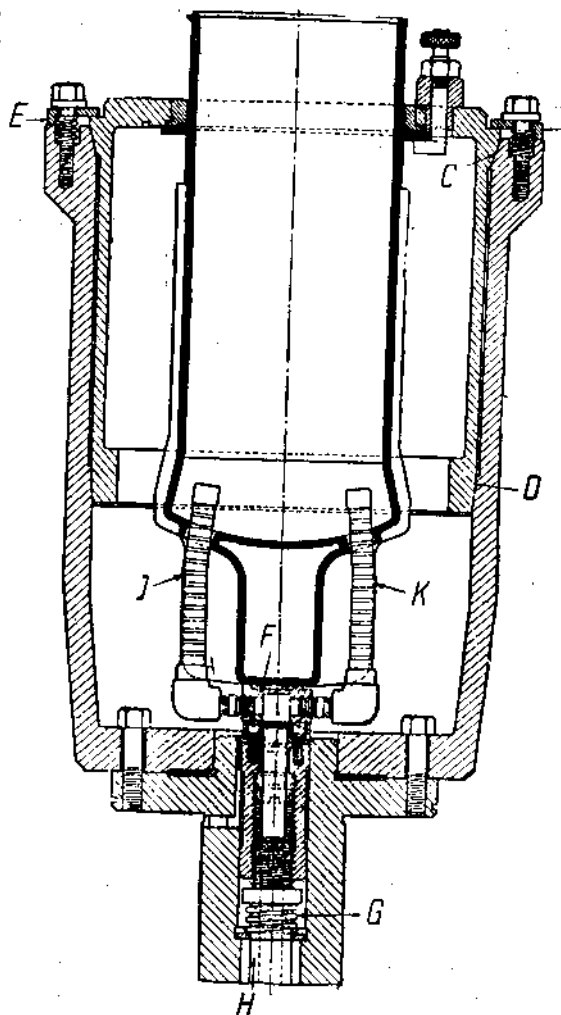


Рис. 237. Приспособление для шлифовки цилиндра авиационного мотора

¹⁾ Скорость обкатки 75 м/мин.

Рис. 241 дает представление об установке блока Моррис при операции развальцовки.

Отделка цилиндров при помощи развальцовки имела еще несколько лет тому назад очень широкое применение в автомобильной промышленности и по сей час применяется многими фирмами. Однако с развитием хонинг-процесса последний стал вытеснять обработку вальцовкой.

Операция, по характеру несколько напоминающая вальцовку, заключается в отделке цилиндров путем протяжки ¹⁾. Конец протяжки обычно не имеет зубцов и при протаскивании оказывает уплотняющее действие подобно вальцовке.

Производились также опыты отделки цилиндров путем продавливания стального каленого шара ²⁾. Способ прост и инструмент (шар) имеет

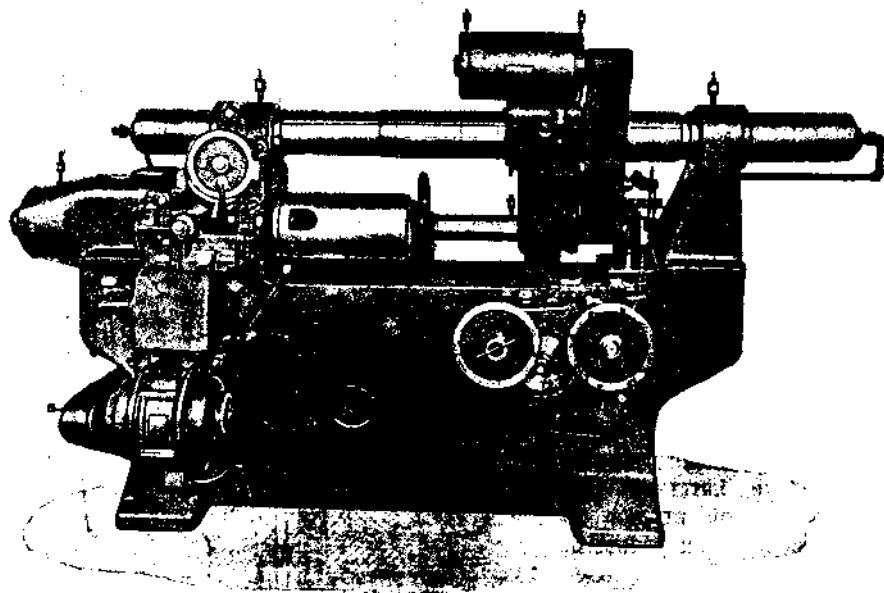


Рис. 238. Станок для внутренней шлифовки Bryant.

исключительно долгий срок службы. Однако оба последние способа применялись только в виде опыта; недостаток их тот же, что и вальцовки: зависимость правильности получаемого отверстия от однородности материала и одинаковости толщины стенок. При отделке с помощью шара неоднородность легко может повести даже к искривлению оси.

4. Притирка (Lapping)

При отделке цилиндра расточкой, разверткой и даже шлифовкой стенки не получаются идеально гладкими, что дает себя знать в начале работы

¹⁾ Метод протяжки (broaching) имеет в настоящее время большое применение при обработке как круглых, так и некруглых отверстий и конкурирует с разверткой и шлифовкой.

²⁾ Метод предложен шведским инженером Gunnar Mattson. Припуск на отделку шаром не должен быть велик.

двигателя, низкой компрессией. Впоследствии поршень прирабатывается к цилиндру и работа двигателя улучшается. Однако это покупается некоторым увеличением первоначального зазора, а следовательно износом двигателя в самом начале работы.

Для того чтобы сократить срок „приработки“ и с самого начала дать определенный минимально допустимый зазор, естественно явилась мысль производить эту приработку искусственно в мастерской, заставляя некото-

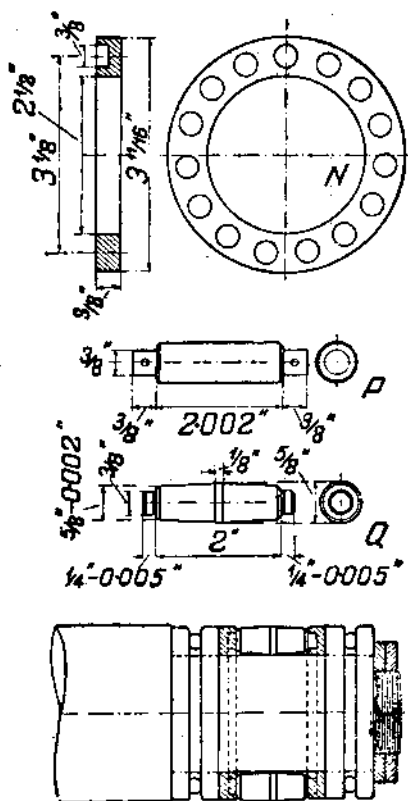


Рис. 239. Вальцовка для цилиндров двигателей внутреннего горения.

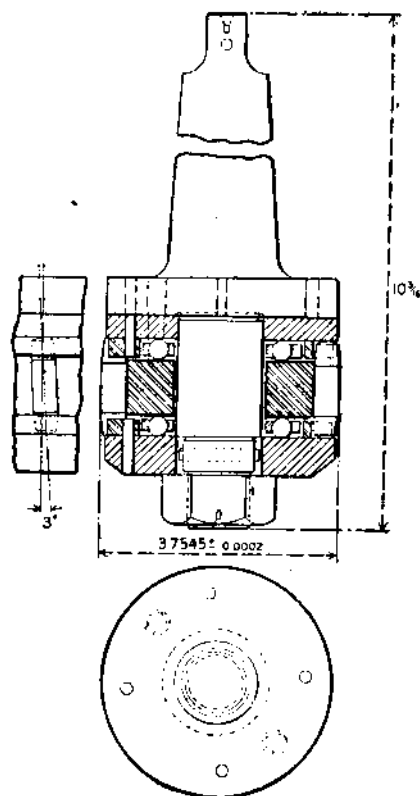


Рис. 240. Вальцовка Форда.

рый фальшивый поршень двигаться в цилиндре, сглаживая стенки последнего. В целях ускорения хода процесса при работе обычно применяют шлифующее вещество, нанося его на этот поршень. Таким образом была введена в машиностроительную практику при отделке цилиндров (главным образом автомобильных лучших марок) операция *притирки*, обычно применяемая исключительно в инструментальном деле и других особо точных производствах. Притиры применяются иногда глухие, представляющие собою поршень из мягкого материала, входящий в обрабатываемый цилиндр. Для ускорения процесса путем усиления нажатия на стенки применяются притиры, раздвигающиеся под действием пружин.

На рис. 242 изображен притир, применявшийся автомобильной фирмой

Studebaker, состоящий из четырех чутунных сегментов *L*, прижимаемых к стенкам цилиндра пружинами *S* силою около 15 кг. Эти притиры совершают прямолинейно-возвратное движение, 480 ходов в минуту, все время вращаясь вокруг своей оси в каждую сторону на пол-оборота. На притирку требуется 12 — 20 минут. В данном случае никакого шлифующего вещества не применяется, но операция ведется при обильном смачивании керосином. До притирки цилиндры развертываются начисто.

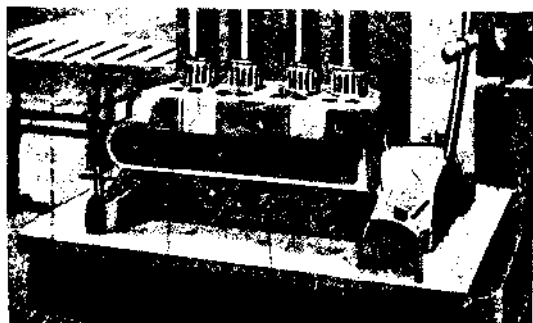


Рис. 241. Развальцовка блока Моррис.

Кроме того шпиндели имеют вращение от шестерен, приводимых в движение при помощи рейки, в свою очередь совершающей качания от действия коленчатого вала *C*, передающего движение также через кулису. Привод берется от вала *D* с задней стороны станка, с передачей движения валу *A* через валик *E* и конические передачи.

Оливка ставится на стол *F*, закрытый с боков так, что он образует резервуар для керосина. Этот стол может подниматься и опускаться по колонке станка, будучи уравновешен противовесом *G*.

При работе притирами со шлифующим порошком надо помнить основное правило, что материал притира должен быть мягче материала цилиндра, чтобы зерна шлифующего вещества прочно держались в притире, впиваясь в него, и шлифовали цилиндр, а не насыщали бы материал цилиндра, шлифуя притир.

При притирке получается иногда уширение диаметра в месте входа притира. Чтобы избежать этого, ставят кольца сверху цилиндра равного с ним диаметра, которые не дают сегментам расходиться под действием пружин, когда они несколько выходят из цилиндра.

Метод притирки дает очень хорошие результаты в смысле чистоты поверхности — малое же его применение объясняется дороговизной и медленностью. Кроме того требуется очень точная предварительная обработка (развертка или шлифовка), так как притир не может выправить ни овала, ни конуса.

Нужно однако заметить, что относительно требуемой степени чистоты отделки поверхности цилиндров мнения расходятся. Некоторые специалисты

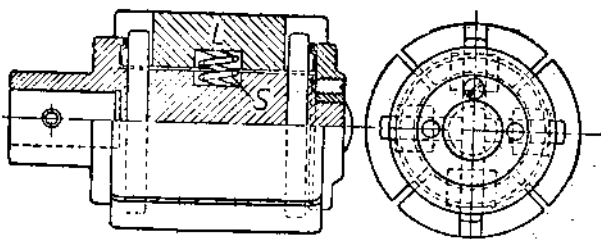


Рис. 242. Притир для автомобильных цилиндров

считают, что совершенно гладкая поверхность не будет идеальной. Наличие неглубоких штрихов даже желательно, так как облегчает приработку. Имеет значение также направление этих штрихов.

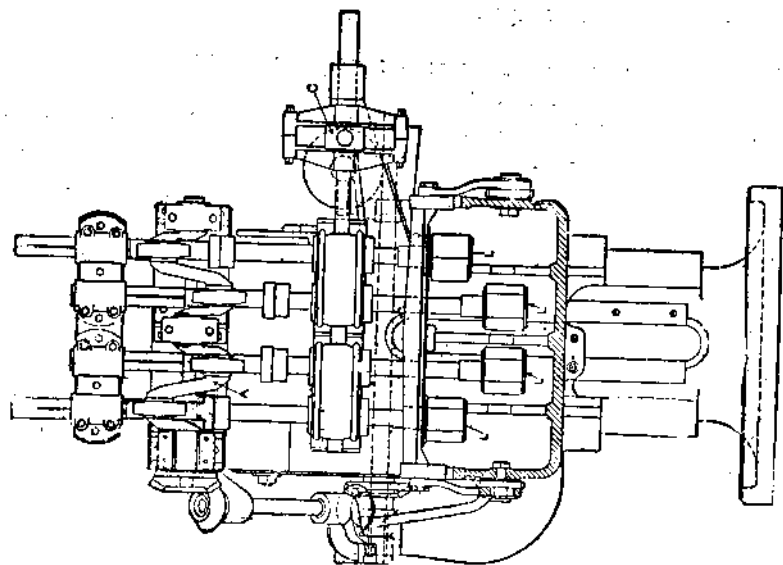
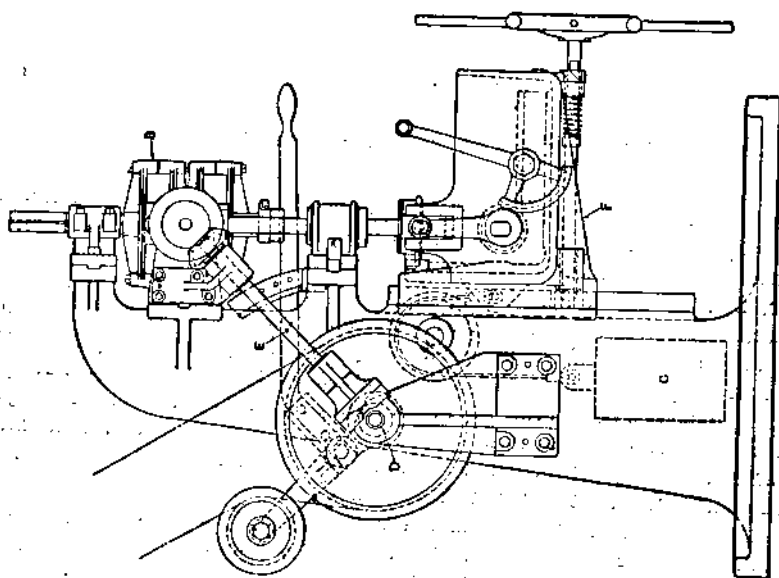


Рис. 243. Пригирочный станок.



А. Притиры с шлифовальными брусками. В целях повышения производительности процесса притирки уже довольно давно стали применять притиры с пружинами (типа, изображенного на рис. 242), в которых вместо чугунных сегментов вставляются шлифовальные бруски. Работа такими при-

тирами идет быстрее, и при надлежащем подборе твердости и зернистости брусков результаты получаются удовлетворительные. Однако устройство притира имеет следующие дефекты.

а) *Размер цилиндра зависит от времени, в течение которого притир работает* — что заставляет производить промеры во избежание получения брака.

б) *Быстрота притирки зависит от твердости поверхности цилиндра* и будет различна, в случае если обрабатываются цилиндры из разного материала. При неодинаковой твердости в разных точках одного и того же цилиндра — притир будет брать различно с разных сторон, искажая форму отверстия.

Чтобы устранить хотя бы отчасти эти недостатки, был разработан тип притира, имеющий ограничитель, не позволяющий брускам расходиться

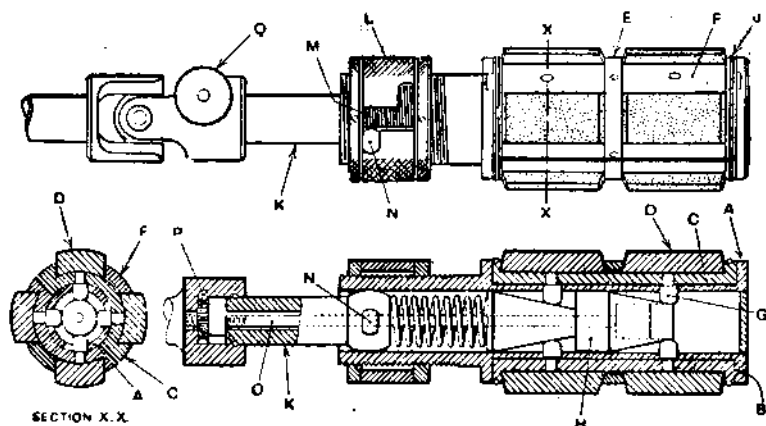


Рис. 244. Притир с ограничением расходжения брусков

больше, чем это требуется для получения определенного диаметра цилиндра. Таким образом не приходится столь внимательно следить за размерами, что очень важно при массовом производстве на многошпиндельных станках.

Рис. 244 показывает такой притир современной конструкции.

Вращающаяся деталь А служит основанием инструмента. На нее надета половинчатая втулка С, в которой закреплены бруски D, удерживаемые кольцом E и продольными планками F, притягиваемыми винтами. Штифты G, проходящие сквозь отверстия во втулке А, раздаются от нажима конуса H, который в свою очередь нажимается пружиной. Для того чтобы штифты были всегда в соприкосновении с конусом, служат пружинные кольца J, стягивающие концы половинчатой втулки С.

Вращение притира осуществляется через универсальный шарнир и валик K, имеющий на конце шарообразное утолщение, не мешающее инструменту свободно устанавливаться по направлению отверстия. Поводок N входит в прорез в детали А. Втулка свободно надета на деталь А и закрепляется на последней при помощи двух гаек. Прорез M имеет продольное направление с двумя боковыми впадинами, в которые входит поводок N. На рисунке показано положение, в котором бруски расположены по наименьшему диаметру, но при давлении на валик K вперед он подвигается до тех пор,

пока поводок *N* не войдет в другое углубление прореза *M*. При этом бруски раздаются от действия пружины.

Окончательный размер цилиндра определяется положением стержня *O*, который проходит сквозь конуса *H* и заплечиком на своем правом конце препятствует перемещению конусов дальше известного предела, а следовательно и раздвижению брусков *D*. Точная установка диаметра производится при помощи вращения кнопки *Q*, которая насажена на конце червяка *P*, вращающего червячную шестеренку, служащую гайкой для нарезанной левой части стержня *O*. Конус *H* сделан двойной для удобства размещения, иначе он получился бы слишком пологим. Во всяком случае конусность его такова, что передача является самотормозящейся и бруски под давлением твердых мест на стенках цилиндра не могут сдвинуться обратно.

Другая конструкция (рис. 245), основанная на тех же принципах, принадлежит фирме Мейер и Шмидт (Германия). Инструмент состоит из качающегося патрона *a* с конусом *b*, установочного приспособления *c*, корпуса *d* и держателей *e*. Установка производится путем вращения гайки *f*. При вращении слева направо держатели раздвигаются, а при обратном направлении вращения сходятся.

При вставлении притира в цилиндр и его вынимании пользуются шайбой *g*, имеющей клиновидную форму. При вращении этой шайбы влево держатели втягиваются внутрь через пружины *h*, а при вращении вправо вновь расходятся до прежней меры. Бруски приклеиваются к держателям специальной мастикой. Смена брусков производится следующим образом: освобождают винты *i* и вынимают держатели. Нагревают их, пока мастика не станет мягкой и бруски не снимутся с держателей. Наносится новый слой мастики и одновременно прогреваются как держатели, так и бруски, пока мастика не размягчится, после чего бруски накладывают и прижимают к держателям (рис. 246) рукой. Теперь вкладывают держатели на место и закрепляют пружины *h* винтами *i*. Вращая муфту *a* влево, ставят держатели в крайнее внутреннее положение и отвинчивают муфту *a*. Притир ставят на центра шлифовального станка и шлифуют (рис. 247). После шлифовки его хорошо промывают, вновь свинчивают муфту *a* — и притир готов к действию.

От описанных типов притиров один шаг до конструкции с вполне принудительным движением брусков под действием специального механизма подачи. Такая конструкция выпущена на рынок американской фирмой Hutto Engineering Co Inc. Detroit.

Нужно указать, что название „притирка“ мало подходит к процессу „Hutto“, так как отличительной особенностью работы притирания является именно отсутствие *принудительной подачи*. Скорее здесь мы имеем специальный вид внутреннего шлифования и сама фирма так и называет свои станки — станками для шлифовки цилиндров.

В Америке для обозначения всех работ по отделке цилиндров шлифовальными брусками независимо от того, имеет ли инструмент принудительную

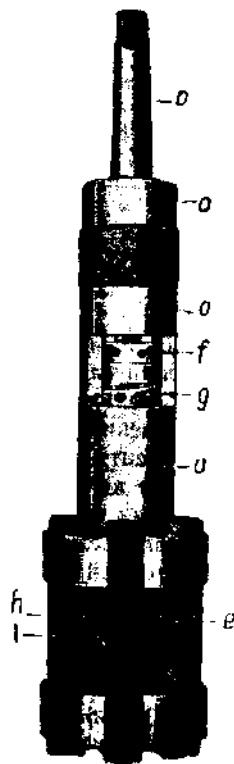


Рис. 245. Притир фирмы Мейер и Шмидт.

подачу брусков или таковая осуществляется под давлением пружин, — укоренился термин *Honing-process* в отличие от *Lapping-process* притирки обыкновенными чугунными, медными и т. п. притирами. Поэтому часто говорят о методе Hutto как о хонинг-методе.

Опишем конструкцию инструмента Hutto. Рис. 248 дает внешний его вид. Самый притир *E* напоминает развертку с раздвижными лезвиями. Стержень *D* входит сверху шарообразным утолщением в муфту подающего прибора. *B* показывает головку с делениями, а *C* — упор ограничивающий подачу. *A* — ручной тормоз.

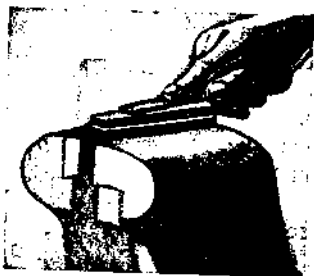


Рис. 246. Прикрепление брусков к держателям.

Рис. 249 дает представление об отдельных частях инструмента и совместно с разрезом (рис. 250) позволяет уяснить его конструкцию. Корпус инструмента Hutto представляет собой цилиндр с шестью выступами, в котором профрезерованы шесть продольных пазов и кроме того шесть узких пазов, проходящих от дна первых до внутреннего отверстия. Шесть держателей *E* плотно пригнаны в этих наружных пазах и опираются на шесть планок *D*, помещающихся в упомянутых узких пазах. Планки в свою очередь опираются на два конуса *C* — *C*, стягиваемые центральным болтом *B* и раздвигаемые центральной пружиной *F*. В свою очередь держатели удерживаются в соприкосновении с конусами нажатием пружинных колец *G* вверх и вниз. Вращая центральный болт *B*, мы таким образом осуществляем равномерную подачу всех брусков от центра к периферии.

Сами бруски *H* закрепляются в держателях путем заливки свинцом или мягким белым металлом. Фирма изготавливает специальные приспособления для точной установки брусков при заливке.

При пользовании этим приспособлением инструмент может быть пущен в дело сразу после установки новых брусков — и по виду последних после первых оборотов можно сразу судить о степени правильности прилегания их. После одного-двух проходов бруски осматривают и опиливают выступающие части старым напильником. Бруски очень скоро прирабатываются и инструмент принимает форму правильного цилиндра, которую он сохраняет до износа брусков. В случае если бруски зашлифованы, их очищают куском ножовочного полотна или старого напильника, проводя несколько раз вдоль бруска. Если замечается, что при работе особенно быстро изнашиваются верхние или нижние концы брусков, их периодически (например один раз в день) переворачивают вместе с держателями. Контрольная головка составляет верхнюю часть инструмента. Она изображена вместе со всем аппаратом на рис. 248 и отдельно в разрезе на рис. 251. Головка имеет конусный хвост, входящий в шпindelь станка. Стержень самого притира Hutto входит в головку шарообразным утолщением и закрепляется на месте собачкой, откидывая которую можно тотчас же снять

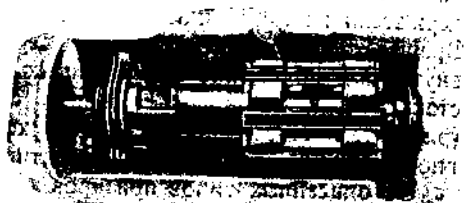


Рис. 247. Шлифовка притира.

инструмент. Центральный болт *K* (обозначенный *B* на рис. 248) проходит вверх сквозь пустотелый стержень *J*, где на его квадратный конец надета малая шестерня *D*, сцепляющаяся через паразитную шестерню *E* с внутренней зубчатой венцом *F*. Последний нарезан на нижнем торце втулки, которая может вращаться независимо от главного шпинделя головки. *A* обозначена ступица тормозного устройства, которое в сборе видно на рис. 248.

Во время работы инструмента всякое замедление вращения тормозной втулки вызывает через упомянутую передачу вращение шестерни *D* и связанного с ней болта *K*, а следовательно и изменение диаметра расположения брусков. Нажим на тормоз не должен быть велик, а только достаточен для получения надлежащего нажима на стенки цилиндра. Чрезмерный нажим ведет к порче поверхности цилиндра и кроме того способствует насыщению ее зернами шлифующего материала.

Диаметр цилиндра определяется положением остановов, которые ограничивают степень торможения, создаваемого тормозом. Один из зубцов останова укреплен на корпусе головки, другой на кольце *C*, имеющем внутренние зубцы *B*, сцепляющиеся с зубцами на втулке, несущей упомянутый выше зубчатый венец и тормозную ее ступицу. При поднятии кольца *C* эта втулка может свободно вращаться и останова *G* проходят один мимо другого, но при опущенной втулке эти останова не позволяют сообщить подачу большую, чем установлено, как бы сильно мы ни тормозили вращение втулки. На кольце *C* нанесены деления, каждое из них соответствует увеличению диаметра на 0,001" (0,025 мм). Наружная втулка имеет накатку и служит для того, чтобы смещать бруски к центру при вытаскивании притира из цилиндра. Способ работы состоит в том, что инструмент с убранными внутрь брусками вводится в цилиндр и приводится во вращение. Далее при помощи тормоза бруски разводятся и станок работает около полминуты (для автомобильных цилиндров). За это время действие подачи исчерпывается и резание почти прекращается. Вторично нажимают тормоз, после чего резание возобновляется. Тормоз поджимают постепенно до тех пор, пока упор не

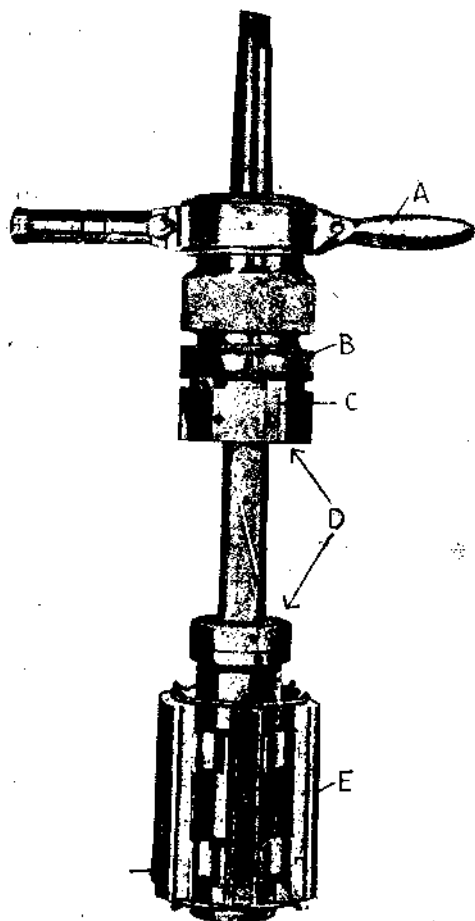


Рис. 248. Инструмент Hutto.

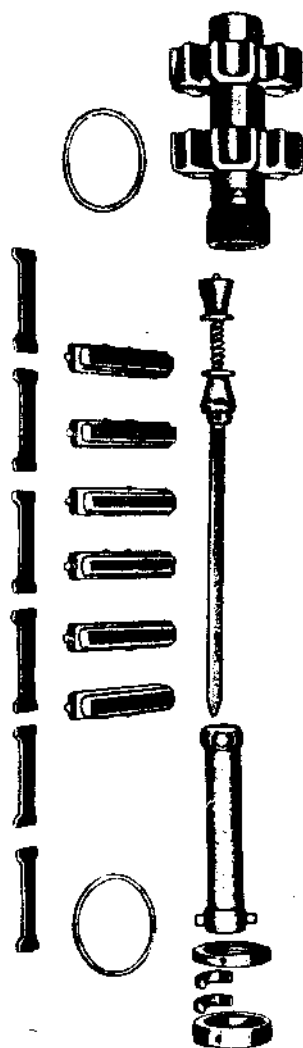
остановит подачу, несмотря на нажим тормоза. Выждав, пока не прекратится резание после последнего поджима тормоза, станок останавливают и инструмент вынимают из цилиндра. Для этого сближают бруски вращением втулки, имеющей накатку. После этого производят измерение полученного диаметра. Если он окажется мал, то переставляют останов, поднимая кольцо *C* (рис. 251) и поворачивают его на столько делений, сколько тысячных дюйма осталось снять с диаметра цилиндра. Далее операция возобновляется и наконец цилиндр получает правильную меру.

При шлифовке глухих цилиндров необходимо предусмотреть кольцевую канавку между концом шлифуемой поверхности и дном. Для этой работы могут понадобиться специальные держатели.

Выше был описан один из типов прибора Hutto, служащий для доводки автомобильных и других цилиндров малого диаметра. Фирма изготавливает несколько типов этих инструментов для самых разнообразных целей. На рис. 252 представлена одна из употребительных моделей. Вид *A* показывает механизм в разрезе. Корпус расточен так, что в него входят два конуса, внутри которых проходит центральный валик *B*. Конечные детали *A* имеет байонетные вырезы, в которые входят выступы заплечика на конце вала *C*. Вал *C*, передающий движение корпусу *A*, крепится к нему гайкой, верхний же конец валика имеет два штифта, которые входят в байонетные прорезы в детали *D*. Каждый прорез имеет канавку *E*, через которую вводятся упомянутые штифты, после чего поворачивается собачка *F*, входя в правую канавку *E*. Этим валик *C* гибко закрепляется в детали *D*. Собачка *F* сидит на оси во втулке *G*, причем последняя связана с деталью *D*. В канавке *H* этой втулки закреплен останов *K*. Другая втулка *L* подвешена на шариковом подшипнике и содержит кольцевую шестерню *M*, которая сцепляется с шестерней *N* через паразитную шестерню. Ступица шестеренки

продолблена так, что в нее входит квадратный конец вала *C* несущего конуса. Кольцо *P* имеет зубцы, которые сцепляются с впадинами во втулке *L*. Это кольцо имеет кроме того язычок *Q*. При подъеме кольца *P* зубцы выходят из впадин и оно может быть повернуто в любое положение по отношению к втулке *L*. Втулка *L* связана с большой втулкой *R*, которая прикрывает конец шпинделя станка. На верхнем конце этой втулки имеются два кольца *S*, между которыми расположена тормозная лента с обливочной *T*. Лента прикреплена к детали *U*, как показывает вид *B*, деталь же *U*,

Рис. 249. Детали инструмента Hutto.



в свою очередь, посажена на конец трубы *V*. Концы ленты могут стягиваться винтами, причем тормоз приходит в действие, задерживая вращение втулки *K*. Перед введением головки в шлифуемое отверстие кольцо *P* вращают от руки и этим заставляют бруски сходиться. Это вращение ограничивается остановом *K*, который задерживает движение язычка *Q*. Обратно — тормозя

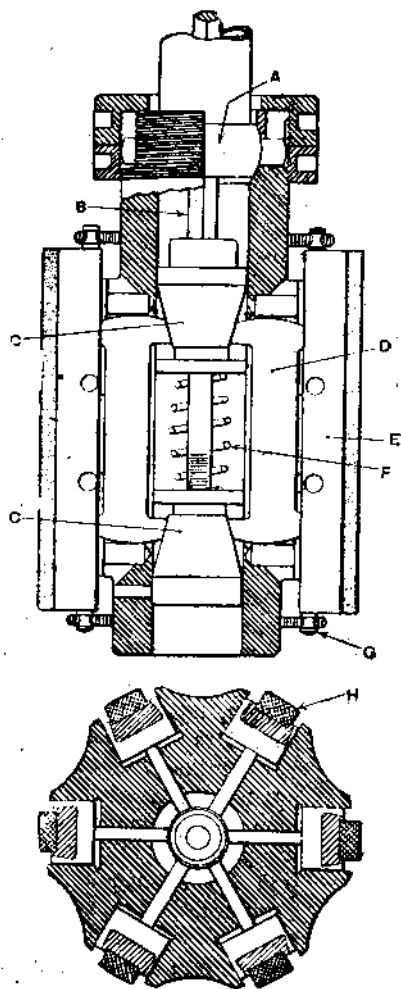


Рис. 250. Разрез инструмента Hutto.

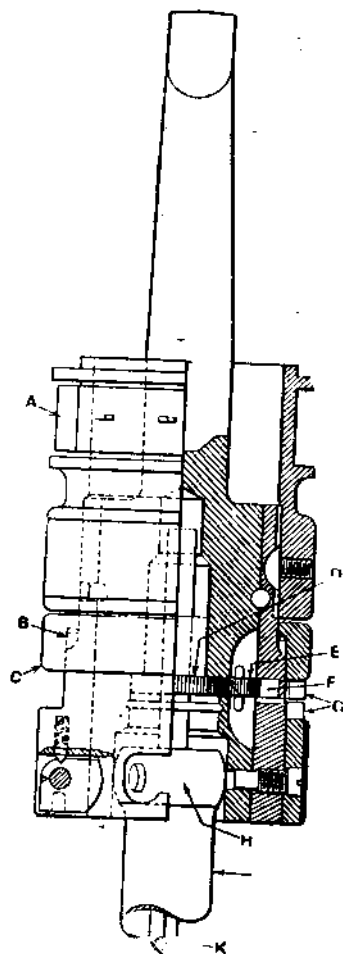


Рис. 251. Контрольная головка инструмента Hutto.

втулку *L*, заставляют шестерню *N* вращаться, а бруски расходятся до тех пор, пока язычок *Q* не упрется с другой стороны в тот же останов *K*. Меняя положение кольца *P* по отношению к втулке *L*, можно производить очень точную установку на диаметр. Одно деление равняется 0,0125 мм (0,0005").

Рис. 253 показывает модель *C*, служащую для обработки больших цилиндров — до 1500 мм в диаметре и практически любой длины. Особен-

ность конструкции состоит в том, что стопорный механизм, ограничивающий подачу, помещен на самом инструменте, а не в отдельной головке, как в описанных выше моделях. Бруски раздвигаются под действием стержней, расположенных в спицах верхнего и нижнего фланцев. Конуса помещены поперек внутри центрального шпинделя инструмента.

Привод в движение производится через универсальный шарнир.

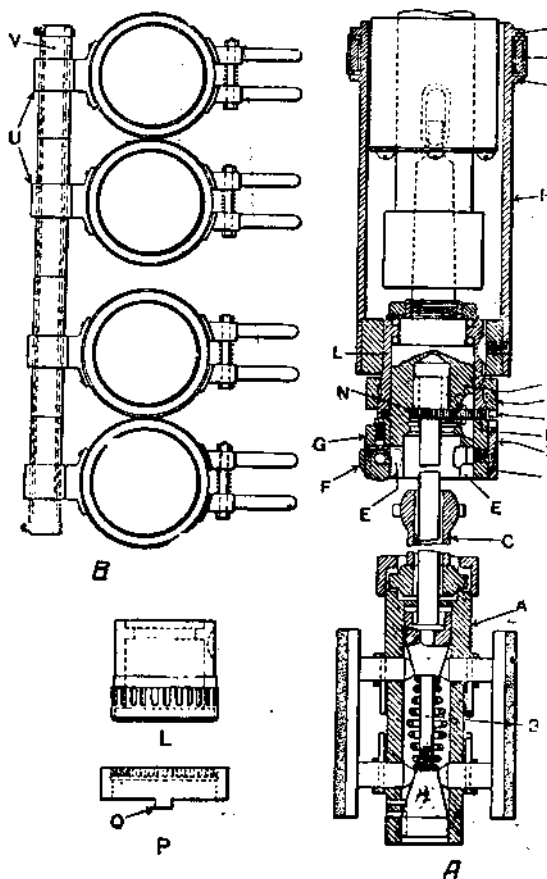


Рис. 252. Инструмент Hutto с двумя конусами.

при малых стружках либо скользить по поверхности изделия, либо сразу значительно углубляться в материал.

Развертка заканчивает работу в один проход, инструмент же Hutto совершает много проходов и оборотов, пока не снимет всего металла.

С другой стороны подобно развертке размер определяется не измерением изделия, а самой установкой инструмента. При всякой шлифовальной работе твердые места в отливке влияют на точность значительно меньше чем при работе резцом. Последнее определяется тем, что при малых стружках круг легко снимает материал на твердых местах, в то время как резец отклоняется в сторону вследствие значительного увеличения усилия резания. Возможность применения этого процесса весьма велика. Фирма The Hutto

Один и тот же инструмент может служить для доводки цилиндров различных диаметров, причем перестановка производится либо путем подкладок между держателями и брусками, либо путем смены обоих фланцев, что также делается без труда.

Б. Хонинг-процесс. Хонинг-процесс также относится к работе разверткой, как шлифование — к работе резцом. Преимущество шлифования перед работой режущего инструмента состоит в том, что стружка снимается очень тонкими слоями во много проходов. Глубина же резания во время каждого прохода может быть дана очень незначительная, а следовательно незначительными получаются и напряжения станка, инструмента и изделия. Эта возможность снимать очень тонкие стружки присуща только шлифовальным инструментам — работа же резцом требует некоторой минимальной толщины стружки, которая притом трудно устанавливается, вследствие склонности реза

Engineering Co изготовляет в настоящее время станки и инструменты для шлифовки отверстий от 20 до 1500 мм ($\frac{3}{4}$ "—60") и практически любой длины.

Впервые рассматриваемый метод получил практическое применение в 1923 г. и в течение последующих лет прочно вошел в практику автомобильных заводов. Главное применение этого метода в настоящее время — шлифовка цилиндров.

Для этой цели он применяется громадным большинством автомобильных фирм, вытесняя шлифовку, притирку и раскатку. Но возможность применения данного метода не ограничивается цилиндрами автомобилей и тому подобных двигателей. Он начинает применяться всюду, где требуются точность и чистота отделки большая, чем может быть достигнута путем применения развертки или шлифовального круга. Во многих же случаях новый метод оказывается предпочтительней шлифовки даже по экономическим соображениям.

Методом Хонинг производят кроме доводки цилиндров и другие работы: отделяют отверстия в автомобильных поршнях для пальцев, доводят одновременно обе втулки цилиндрической золотника паровоза, для чего служит спе-

циальный, двойной инструмент (рис. 254) и т. п.

Рис. 255 показывает двойной инструмент для доводки цилиндра ступенчатого компрессора со ступенями 50 и 90 мм.

В последнее время этот метод стал применяться для отделки крупных цилиндров дизелей, паровозов, компрессоров и т. п. (модель С Hutto, см. выше) до 1500 мм в диаметре.

Особенные преимущества хонинг-процесс имеет при обработке твердых поверхностей, с трудом отделяемых резцом или разверткой; фирма Hutto приводит пример отделки цилиндра, наплавленного внутри стеллитом.

Рис. 256 показывает разнообразие станков и инструментов, уже находящихся в обиходе.

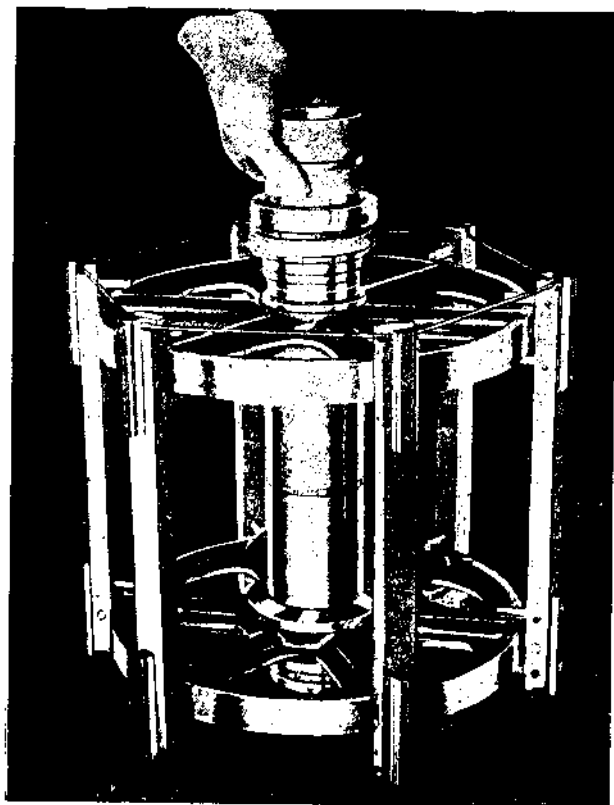


Рис. 253. Инструмент Hutto для больших диаметров.

Внизу приведен интересный пример использования метода Hutto для доводки дула орудия. Работа выполнялась с успехом при изготовлении и ремонте орудий для американского флота, причем диаметры отверстий были 12", 14" и 16" при длине 61 фут (около 20 м). Раньше такая работа производилась только ручным способом при помощи шлифовки наждачной бумагой.

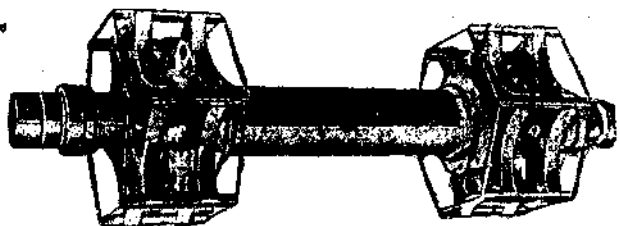


Рис. 254. Инструмент Hutto для золотниковой коробки паровоза.

При пользовании методом Hutto применяли притир длиной 750 мм и работу вели при обильной поливке керосином. Начав доводку с одного конца, подвигались постепенно к другому, промеряя отверстия через каждые 150 мм длины. При отделке 14-дюймового орудия длиной 48' удалось

достигнуть точности по всей длине 0,05 мм, причем снимался слой 0,37 мм (по диаметру).

Число брусков чаще всего 6, но при больших диаметрах оно увеличивается до 9 и даже до 12.

В инструментах Hutto типа С имеется число брусков:

6 при диаметрах	175—275 мм	Модель 1 ³ / ₄
6 : :	200—500 : :	2
9 : :	300—750 : :	3 ¹ / ₂
12 : :	750—1500 : :	5

Меньшие модели имеют обычно 6 брусков и только самые малые — 4.

Причина, почему стремятся иметь число брусков кратное трем и не меньшее шести, ясна из рис. 257, на котором показано действие притира при шлифовке отверстия, имеющего твердое место А и мягкое В. Легко видеть, что при всех положениях инструмента он имеет опору в трех точках на поверхности нормальной твердости, благодаря чему повышенное давление в А вместе с пониженным в В не может изменить его направления. Также наличие шпоночной канавки (см. в нижней части отверстия) не вызывает отклонения притира.

При работе резцом или кругом на обычном шлифовальном станке некоторое отклонение было бы неизбежно и поверхность в местах А имела бы вид, показанный пунктиром.

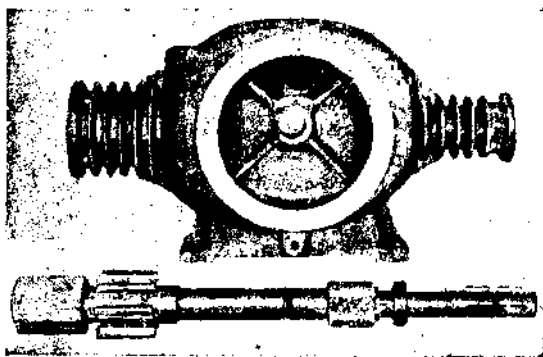


Рис. 255. Двойной инструмент Hutto для цилиндра ступенчатого компрессора.

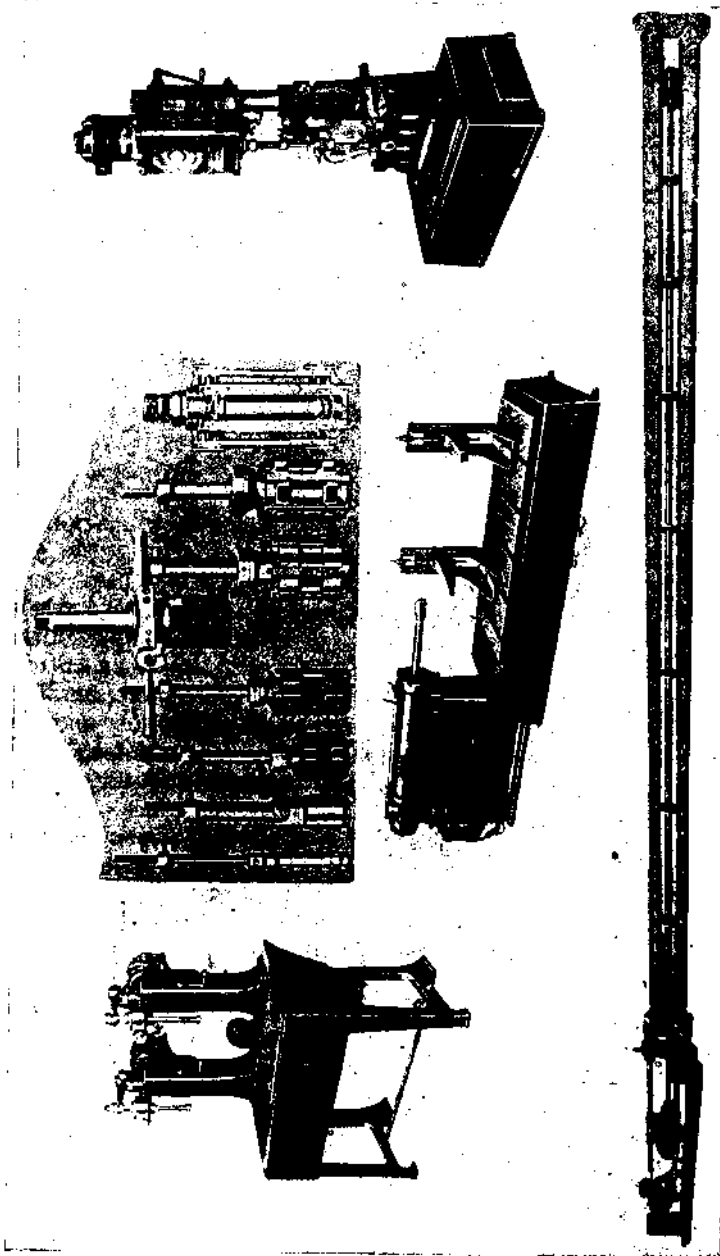


Рис. 256. Различные станки и инструменты Нитто.

Скорости резания и числа двойных ходов в минуту при работе по методу Nutto рекомендуются:

При диаметрах	до 45 мм	скорость	200 об./мин.	число ходов	100
"	50—120	"	200	"	70
"	120—150	"	200	"	70
"	150—200	"	150	"	70
"	200—300	"	100	"	50

При больших диаметрах число оборотов и число ходов берется меньшее.

По другим данным скорость резания принимается 60—75 м/мин., а число двойных ходов берется приблизительно равным $\frac{1}{3}$ от числа оборотов.

Часто число ходов берут еще меньшее: для автомобильных цилиндров 60—100 мм диаметром 50—60 в минуту.

Нужно заметить, что скорость резания и число ходов могут изменяться в довольно широких пределах. В первое время введения хонинг-процесса в практику автомобильных заводов обыкновенно сообщали инструменту число продольных ходов большее, чем число оборотов. Например в одном случае при шлифовке цилиндра имели:

число оборотов . . . 10—15 в мин.
 „ ходов 100—130 „

При этом получали удовлетворительные результаты.

Основанием такой практики было желание по возможности приблизиться к условиям естественной приработки цилиндра под действием поршня.

Лав, наоборот, число об./мин. 100 при числе ходов 10—15, получили опять-таки хорошие результаты, хотя штрих имел другое направление.

В настоящее время всегда число оборотов берется большее, чем число ходов. Определяется это двумя причинами.

а) При большом числе ходов в минуту при каждой перемене движения получается резкий толчок. Эти сотрясения быстро расстраивают все соединения инструмента.

б) Пологое направление штрихов, как показал опыт, лучше способствует быстрой приработке, чем при направлении их по крутой спирали.

Во всяком случае число ходов и число оборотов не должны быть синхронны.

Совершенно отказаться от прямолинейно-возвратного движения нельзя, так как оно способствует очистке брусков от снимаемого металла и кроме того износ их получается более равномерным по всей длине.

Длина хода берется такая, чтобы бруски имели небольшой перебег по концам, иначе цилиндр получится бочкообразным. Слишком большой перебег поведет к появлению раструбов на концах. Рекомендуется делать перебег 25—30 мм с каждой стороны в зависимости от размера отверстия (и меньше для малых отверстий).

Например при диаметре отверстия 75 мм и длине 230 мм достаточно сделать перебег 20 мм. В данном случае подходят бруски длиной 100 мм при ходе 170 мм.

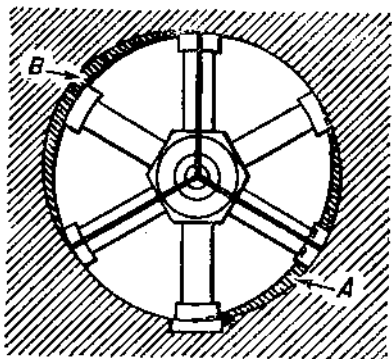


Рис. 257. Действие инструмента Nutto.

При шлифовке отверстий, расточенных конусно, рекомендуется сначала уменьшать ход и выбрать конус и только после этого доводить целиком весь цилиндр.

При доводке отверстий, имеющих овал, следует сначала установить инструмент на меньший диаметр и вывести овал, а затем переставить станок на окончательный диаметр.

При доводке очень малых отверстий (например в автомобильных поршнях для пальцев) износ брусков получается очень большой, что ставит иногда под сомнение экономическую целесообразность применения этого метода для таких работ.

Однако после усовершенствования способов перестановки брусков в держателях этот недостаток потерял большую часть своего значения.

Правка брусков может производиться алмазом, но это необязательно.

Припуски на доводку зависят от метода обработки отверстия до доводки и от его размера.

Для небольших диаметров можно принять:

При расточенных цилиндрах	0,05—0,08 мм
• развернутых	0,02—0,04 .
• шлифованных	0,01 мм и меньше.

При крупных цилиндрах припуски берутся больше. Например при диаметре до 500 мм фирма Barnes советует припускать 0,12—0,20 мм.

Нужно указать, что в первый момент работы притир Hutto снимает металл очень энергично, но затем процесс быстро замедляется. Например при доводке автомобильного цилиндра, предварительно развернутого, в первую минуту отверстие увеличилось в одном случае на 0,037 мм, а в следующие 1½ мин. лишь на 0,025 мм.

Объясняется это явление тем, что вначале притир снимает только штрихи, оставшиеся от обработки, а дальше ему приходится снимать металл по всей поверхности. Учитывая это обстоятельство, припуск на доводку дают тем меньше, чем глаже получается цилиндр после предыдущей операции.

Время, занимаемое доводкой, зависит от вида поверхности и от требуемой степени гладкости.

Обычно хорошие результаты получаются при доводке автомобильных блоков в течение 2—4 мин.

Если продолжать работу после того, как бруски разошлись до крайнего внешнего положения, и удлинить операцию до 10—12 мин., то получим очень чистую, зеркального вида, поверхность. При применении более крупнозернистых камней производительность может быть повышена. В одном случае был доведен цилиндр 375 мм диаметром и 1050 мм длиной с припуском по диаметру 0,23 мм в течение 7,5 мин., причем конус и следы резца были удалены в 2,5 мин. ¹⁾.

Фирма Hutto указывает на возможность снятия больших припусков. Например при доводке паровозного цилиндра при припуске 1 мм (0,038") по диаметру и диаметре цилиндра 350 мм время доводки составило лишь 40 мин. В другом случае при диаметре 215 мм и припуске 0,63 мм (0,025") получилось время лишь 12 мин.

Снятие таких больших количеств металла требует применения специальных очень грубых брусков.

¹⁾ См. Machinery (Лондон), январь 3, 1929, стр. 436.

Совершенно необходимо для успешности работы обильно смачивать бруски керосином. Керосин подается насосом, смывая удаляемые частички металла и унося выделяемое тепло, которое в противном случае нагрело бы отливку, что повело бы к изменению размера.

К керосину часто добавляют масло. Замена керосина более густой жидкостью замедляет процесс, но зато улучшает вид поверхности. Попытка заменить обычную эмульсию, служащую для охлаждения резцов, успеха не имела.

Бруски применяются прямоугольного сечения размерами по длине, зависящими от длины хода, а по ширине и толщине — от диаметра притира. Для автомобильных цилиндров бруски при длине 100—150 мм имеют обычно толщину и ширину от 16×13 до 19×19 мм при ходе станка до 300 мм и диаметре цилиндра до 100 мм. При больших размерах бруски должны быть больше.

Что касается *материала брусков*, то для доводки чугуна применяются карборундовые бруски зернистостью 80—180—чаще всего около 120. Твердость берется по шкале The Carborundum Company от G до N.

Нужно заметить, что обозначения твердости брусков не совпадают с обозначением твердости кругов тех же фирм.

Достижимая точность при работе по методу Hutto такова: при доводке автомобильных цилиндров можно работать с допусками 0,02 мм, даже 0,01 мм. Шлипп дает следующую таблицу характерных цифр для работы по методу Hutto, взятую из практики ¹⁾.

Таблица 47.

Практические данные о доводке цилиндров.

Пример	1	2	3	4	5	6
Диаметр отверстия мм . .	95	130	160	130	580	480—490
Длина	235	275	200	348	1955	1576
Припуск на диаметр . . .	{0,07 0,1	{0,07 0,1	{0,125 0,15	0,1	0,1	0,3
Допуск в диаметре . . .	—	—	—	0,01	0,02	0,04
Число об./мин.	240	—	—	—	—	—
Число ходов в мин.	75	—	—	—	—	—
Время операции в мин. . .	5	2	1,5	6	45	120

Фирма Barnes для диаметров до 500 мм дает допуск 0,025 мм.

Рис. 258 изображает вид поверхностей после обработки различными методами. Верхний ряд представляет поверхность в $\frac{3}{4}$ натуральной величины, а нижний — микрофотографию с увеличением в 45 раз. Левые рисунки сняты с поверхности, обработанной только разверткой, средний после шлифовки, а правые после хонинг-процесса. В последнем случае штрихи исчезают, а поверхность имеет блестящий вид.

Срок службы одного комплекта брусков обычно колеблется в пределах 150—300 цилиндров. Иногда результаты бывают еще благоприятнее. При

¹⁾ См. VDI 20, сентябрь 1930, стр. 1337.

неправильном подборе твердости и зернистости износ может наступать очень скоро. Этим объясняется между прочим, что во многих мастерских не удается обрабатывать даже 100 отверстий.

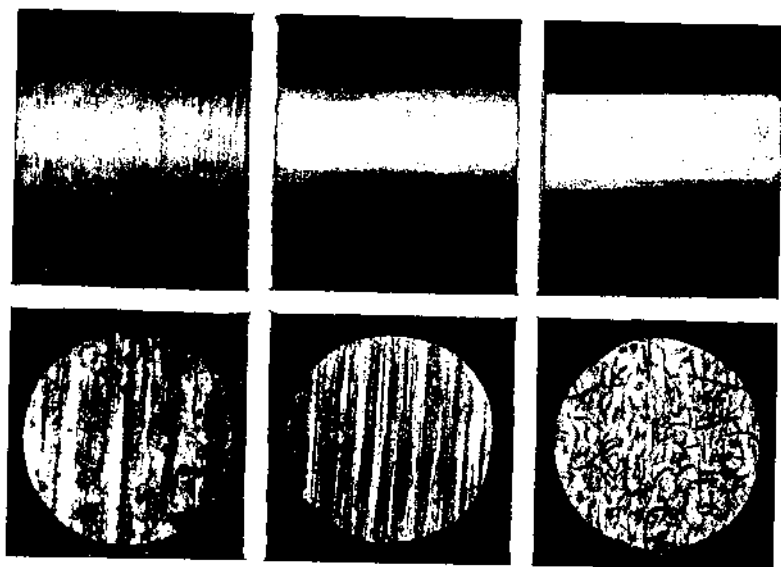


Рис. 258. Вид поверхности после обработки разверткой, шлифовкой и по методу Hutto.

В. Станки для доводки при помощи хонинг-процесса. Как было выяснено, инструмент должен иметь два движения: вращательное и прямо-линейно-возвратное. В настоящее время число оборотов делается всегда большее, чем число двойных ходов.

Процесс притирки можно произвести на вертикальном или радиальном сверлильном станке, опуская и поднимая притир вручную. Однако такой способ, иногда применяемый, не может быть широко использован при массовом производстве.

Поэтому для работы притирами уже давно применялись и теперь иногда применяются станки, переделанные из сверлильных, в которых возвратное

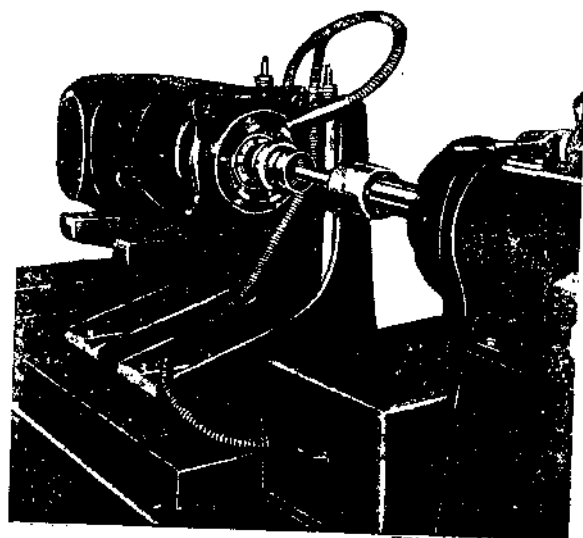


Рис. 259. Горизонтальный станок Hutto.

движение получается автоматически. Иногда сами автомобильные фирмы строили специальные станки (см. рис. 243, станок Studebaker).

В настоящее время ряд фирм строит специальные станки для работы по хонинг-процессу. Для автомобильных блоков применяются многшпиндельные вертикальные станки. Для доводки крупных цилиндров фирма Nutto строит горизонтальные типы. Широкое применение получила гидравлическая передача для сообщения шпинделю возвратного движения. При ее помощи получается мягкое торможение и удобная регулировка длины хода.

На рис. 256 изображены три типа станков Nutto, слева показана малая модель с ходом до 75 мм, числом об./мин. 300 и числом ходов 140. Справа показана одношпиндельная модель с ходом до 180 мм при числе об./мин. 240 и числе двойных ходов 70 в мин. Станок снабжен мотором 3 л. с. Посередине показан горизонтальный станок, служащий для отделки цилиндров дизелей, локомотивов, компрессоров и т. п.

Рис. 259 показывает подобный станок в работе, а рис. 260 ряд изделий на нем обработанных. Цилиндр, изображенный с положенной на него рукой, имеет поверхность, наплавленную стеллитом.

Рис. 261 показывает станок фирмы Barnes с гидравлическим приводом (с помпой Oilgear), на котором доводится аэропланый цилиндр. Следует обратить внимание на за-

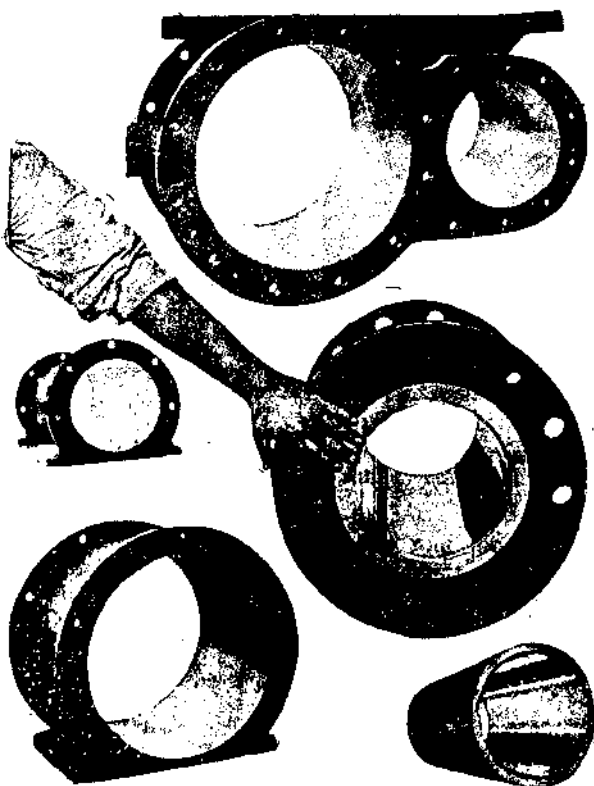


Рис. 260. Изделия, обработанные на горизонтальном станке Nutto.

жим, у которого нижняя часть В сделана по размеру заточки цилиндра, а верхняя А по внутреннему его диаметру. Благодаря этому притир может выводиться из цилиндра так, что бруски не имеют возможности несколько разойтись от действия упругости системы. Ход станка 400 мм, причем станок работает всегда у нижней части хода, при необходимости же вынуть инструмент для осмотра и измерения это легко делается движением одной рукоятки, находящейся в левой руке рабочего. Фирма Barnes строит также крупные вертикальные станки для доводки цилиндров, с наружным диаметром до 900 мм, внутренним до 500 мм при длине до 1400 мм.

Рис. 262 показывает 6-шпиндельный станок той же фирмы. Здесь блок

устанавливается обычным способом на фрезерованную нижнюю плоскость и на два контрольных штифта.

Иногда нижняя плита приспособления делается откидной на двух цапфах, помещенных приблизительно на высоте центра тяжести. Наклоняя приспособление с установленным на нем блоком на $30—45^\circ$, можно с удобством промерять и осматривать все цилиндры. Поворот совершается непосредственно рычагом или через червячную передачу. В одношпиндельных станках измерение удобно производить, отодвигая стол в сторону.

Рис. 263 показывает станок Мейер и Шмидт с установленным на нем блоком в момент измерения.

Рис. 264 показывает малый станок фирмы The Hutto Engineering Co, слу-

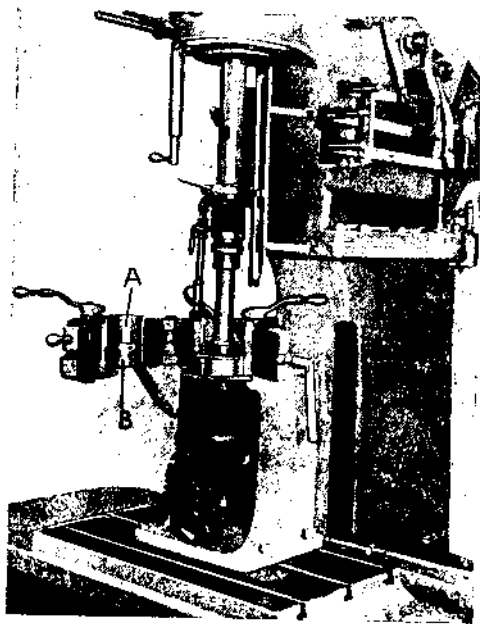


Рис. 261. Доводочный станок Barnes с гидравлической подачей.

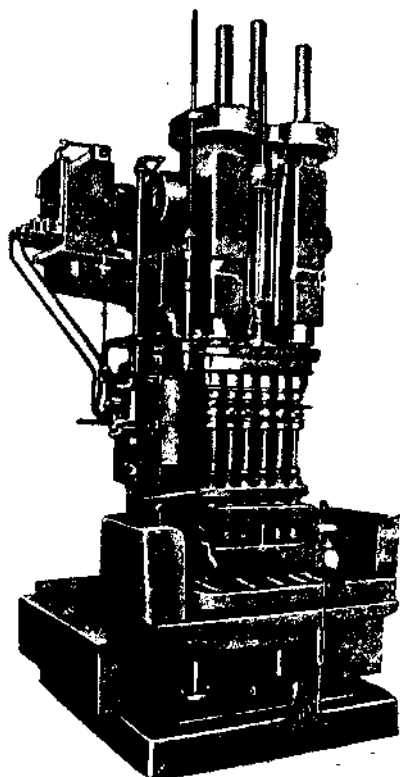


Рис. 262. Шестишпиндельный доводочный станок Barnes.

жащий для доводки цилиндров 20 — 60 мм диаметром ($\frac{3}{4}$ — $2\frac{1}{4}$) при длине до 140 мм ($5\frac{1}{2}$). На рисунке показана доводка отверстия для пальца в автомобильном поршне.

5. Обзор методов отделки внутренней поверхности автомобильных цилиндров.

В технике имеется немного операций, на усовершенствование которых было бы потрачено так много труда, как на разработку методов обработки автомобильных цилиндров. В течение немногих лет эти методы менялись много раз и лишь в последнее время замечается появление некоторых общих приемов, применяемых в разных вариантах большинством автомобильных

заводов. Дальнейшие цифры относятся к четырех, шести и восьмицилиндровым блокам с диаметром цилиндров 60—100 мм.

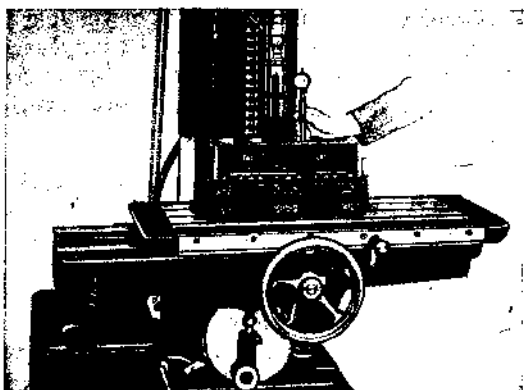


Рис. 263. Измерение диаметра при доводке.

тальные встречаются как исключение. Чистовое развертывание часто производится на одношпиндельных станках, причем один рабочий обслуживает их несколько.

2. Широко применяются нижние направляющие при расточке. При развертывании обычно пользуются качающимися развертками или оставляют блок не закрепленным на столе, позволяя ему перемещаться в некоторых пределах.

3. Число расточных операций (включая и развертывание) колеблется обычно от 3 до 5, сокращаясь даже до двух при применении комбинированного инструмента (рис. 218 и 219).

4. Припуск на обработку колеблется от 2 до 4 мм на сторону, повышаясь иногда для крупных моторов (диаметр цилиндра 100 мм и больше) до 5 мм. Из этого количества снимается большая часть в первый проход, составляя на второй 0,6—1,2 мм на сторону и на все остальные 1—3 прохода меньше 0,5 мм.

5. Последняя чистовая развертка увеличивает диаметр на 0,15—0,30 мм (что соответствует припуску на сторону 0,08—0,15 мм).

6. Ни одна из двадцати фирм не ограничивалась расточкой или развертыванием, все отделявали цилиндры дополнительно еще каким-либо способом.

В ряде интересных докладов перед собранием о-ва автомобильных инженеров в Детройте представители десяти американских фирм сделали сообщения о методах, применяемых на заводах САСШ¹⁾.

Резюмируя приведенные доклады данными и сопоставляя с цифрами, полученными из других источников, приходим к следующим выводам, основанным на данных практики 20 заводов в течение последних 6 лет.

1. Расточка и черновая развертка производится главным образом на многшпиндельных вертикальных станках—горизон-

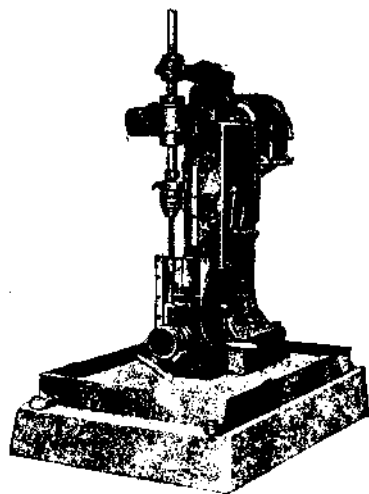


Рис. 264. Малый доводочный станок Hutto.

¹⁾ См. Robert W. Adams, Cylinder bore finishing, American Machinist, т. 64, стр. 51, от 20 февраля 1926 г.

7. Шлифовка при помощи шлифовального круга имеет мало сторонников. К этому методу прибегают лишь немногие фирмы, причем принципиальными защитниками шлифовки являются те, кто использует исключительно твердый чугун или материал неравномерного качества. Шлифуют обычно на горизонтальных планетарных станках. Многошпиндельные шлифовальные станки не применялись. Припуск на шлифовку по диаметру $0,10 - 0,25$ мм в зависимости от размера цилиндра и степени чистоты предварительной обработки (чаще применяются припуски в пределах $0,20 - 0,25$ мм). Перед шлифовкой обычно проходят цилиндр разверткой, хотя иногда пускают на шлифовку прямо после расточки. Главный недостаток шлифовки — дороговизна, проистекающая от длительности самого процесса, отсутствия многошпиндельных станков, сравнительно высокой квалификации рабочих и, наконец, больших затрат на поддержание сложных станков в порядке.

При желании получить путем шлифовки совершенно чистую поверхность приходится вводить вторую чистовую шлифовальную операцию, где ставятся круги, подходящие для такой работы. Это конечно еще более удорожает обработку. Поэтому в настоящее время даже те фирмы, которые шлифуют цилиндры, часто после шлифовки доводят их притирами типа Hutto и т. п. В этом случае на притирку оставляется совершенно ничтожный припуск (меньше $0,01$ мм).

8. Отделка развальцовкой применяется еще некоторыми фирмами, хотя имеется тенденция к переходу от этого метода к хонинг-процессу. До вальцовки цилиндры тщательно развертываются.

9. Притирка чугунами и т. п. притирами почти вышла из употребления и заменена хонинг-процессом.

10. Хонинг-процесс применяется почти всеми автомобильными заводами, и постепенно все фирмы, еще не перешедшие на этот метод, переходят к нему.

Впрочем данная операция рассматривается главным образом как доводочная и считается необходимым до притирки получать из-под развертки (а иногда из-под шлифовки) отверстия почти с той же степенью точности круглоты и конусности, как и после притирки. Часто вводятся две операции: черновая и чистовая.

Допуски на готовые цилиндры принимаются: по диаметру приблизительно $0,025 - 0,050$ мм, на овальность и конусность $0,012 - 0,025$ мм ($0,0005 - 0,001$ "), причем стараются держаться нижних пределов.

ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ.

РАЗЛИЧНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЦИЛИНДРОВ.

1. Расточка цилиндров на токарных, револьверных и карусельных станках.

А. Общие замечания. Небольшие цилиндры часто растачивают, укрепляя их на планшайбе. Резец зацепляется на супорте. Работа производится по схемам 1—6 главы X. Как было выяснено выше, цилиндр при таком методе работы получается с прямой осью, совпадающей с осью вращения шпинделя. Легко также видеть, что плоскость торцевой проточки основания цилиндра получается строго перпендикулярная оси вращения шпинделя

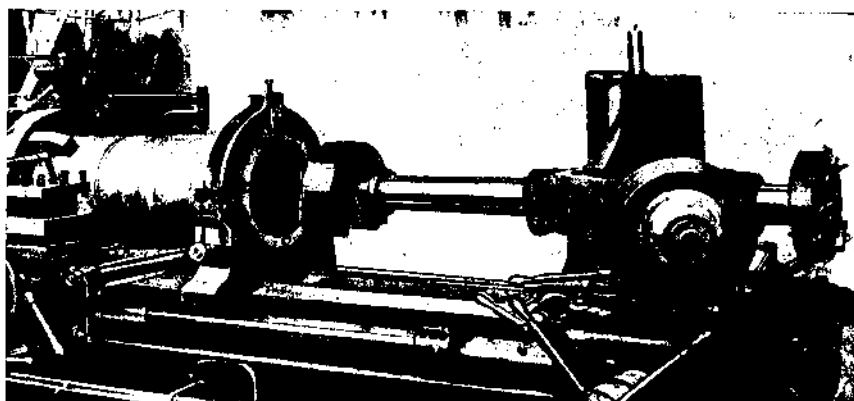


Рис. 265. Обработка втулки двигателя Дизеля на револьверном станке.

т. е. перпендикулярная оси цилиндра. Возможность удобно проточить плоскость основания в одну установку с расточкой верха есть дальнейшее крупное преимущество работы на токарном станке. Наконец кроме упомянутой плоскости можно одновременно с расточкой облачивать многие места на наружной поверхности, получая ее без труда концентричной с внутренней расточкой. Это кроме внесения точности в работу дает большое сбережение времени. Выясним на нескольких примерах подробности выполнения операции по данной схеме.

Б. Обработка втулки двигателя Дизеля на револьверном станке Герберта. Работа производилась на станке Герберта № 20 Combination Turret Lathe (рис. 265). Втулка (материал — чугун) имела следующие размеры:

Длина расточки	890 мм
Диаметр „	300 „

По данным фирмы допуск при расточке 0,05 мм (0,002"). Время операции — 4 часа, в течение которых втулка была обточена снаружи и расточена изнутри. Наибольший диаметр обточки над суппортом на этом станке равен 460 мм, поэтому изделие имеет предельные размеры. Тем не менее работа идет быстро и диаметры получаются точные, так как станок имеет очень массивную конструкцию (мощность мотора 20—30 л. с.), а инструмент подобран весьма продуманно. Конус, зажатый в револьверную головку (виден на рисунке спереди), служит для облегчения установки изделия поддерживая и центрируя внешнюю сторону отливки в то время, когда внутренняя закрепляется в кулачках.

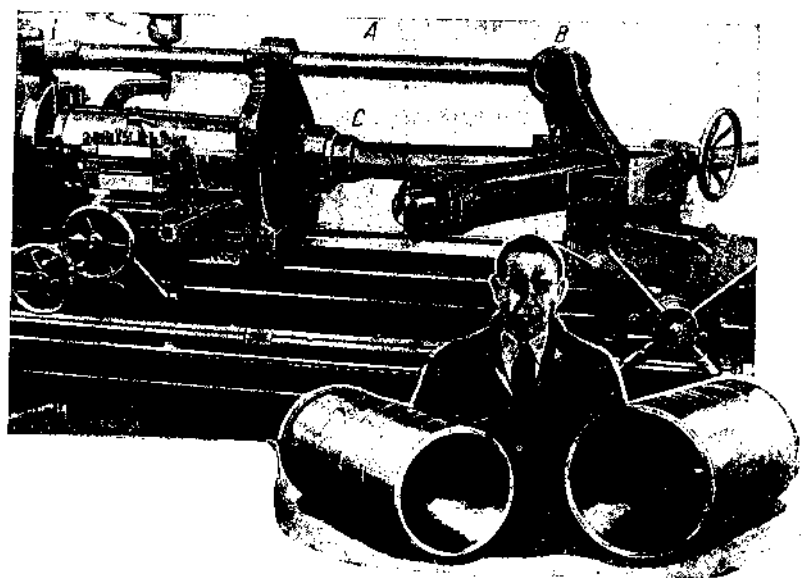


Рис. 266. Другой набор инструмента при обработке втулки двигателя Дизеля на станке Герб

Рис. 266 показывает другой набор инструмента на том же станке. Здесь следует обратить внимание на солидную направляющую штангу А, служащую во-первых для сообщения устойчивости люнету, а во-вторых для лучшего направления револьверной головки, для чего конец штанги входит во втулку В, укрепленную на головке, причем каждому расточному инструменту соответствует своя втулка.

Следует обратить внимание на солидные борштанги С.

Точность 0,05 мм не предельная для расточной работы на этих станках: при очень тщательной выверке резьев возможна еще высшая. Такая высокая точность достигается только на *настроенных станках*, т. е. на таких, инструмент которых установлен и отрегулирован для одной определенной операции.

Рис. 267 показывает первую операцию обработки мотоциклетного цилиндра на револьверном станке Герберта, подобном описанному, но несколько меньшего размера.

Рис. 268 показывает вторую операцию. На рисунках виден набор инструмента.

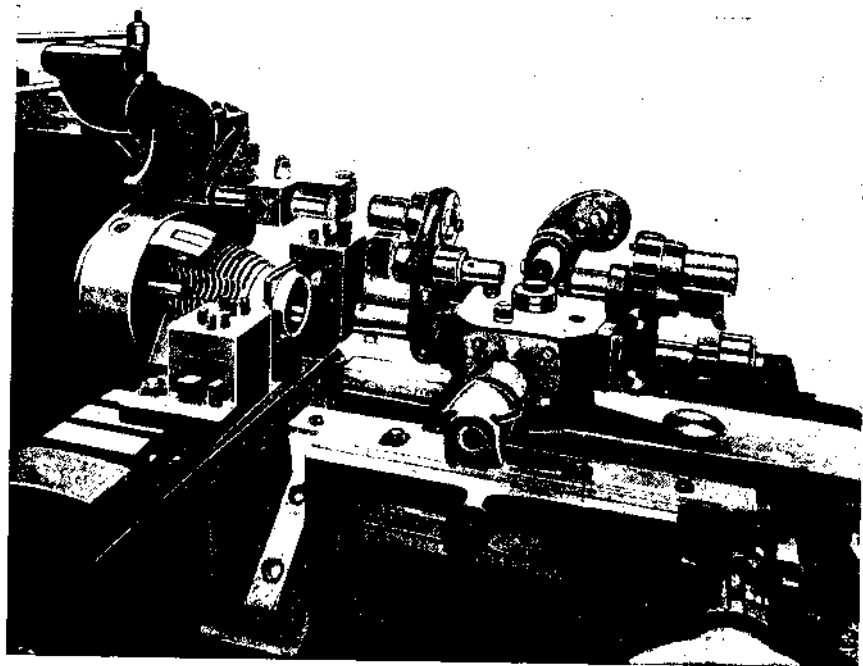


Рис. 267. Первая операция обработки цилиндра мотоцикла (станок Герберт).

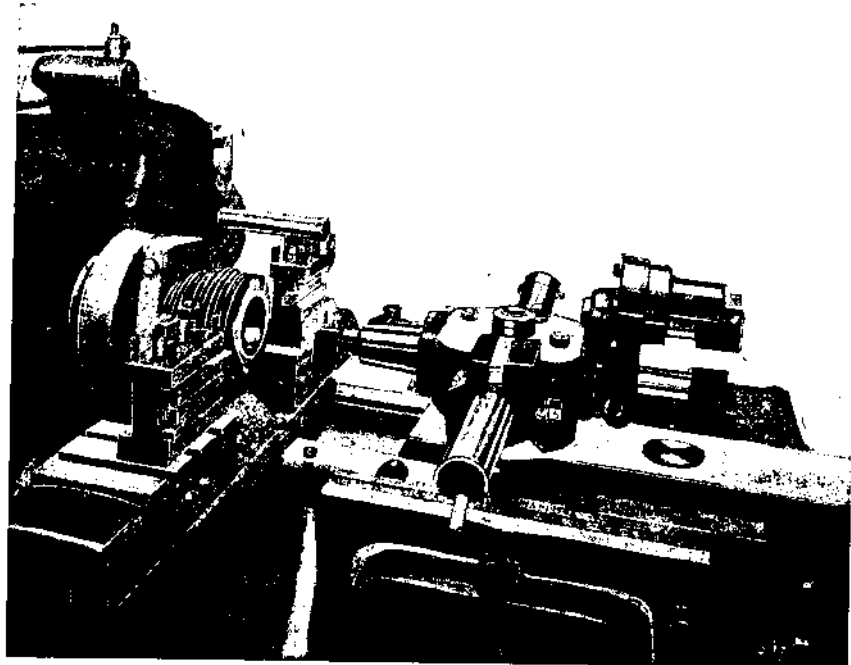


Рис. 268. Вторая операция обработки цилиндра мотоцикла (станок Герберт).

В. Обработка корпуса электромотора на полуавтомате (опыт завода Электросила). Операция производилась на полуавтомате Поттер-Джонстона. Это солидный станок типа револьверного, в котором однако все движения револьверной головки происходят автоматически и роль рабочего сводится лишь к установке и снятию изделия и общему наблюдению. В отличие от полного автомата станок сам не производит замены обработанного изделия новым. Во всяком случае один рабочий может обслуживать несколько таких полуавтоматов.

Изделие имеет следующие размеры: полная длина 132 мм, допуск 0,8 мм. Внутренний диаметр 195 мм, допуск 0,045 мм. Диаметр фланца 262 мм, допуск 0,1 мм. Вся операция состояла из четырех разработок, соответствующих четырем положениям револьверной головки (план разработок см. рис. 269).

Примечание. План начерчен условно, как будто бы вращается не револьверная головка, а перемещается изделие. Это часто применяемый способ изображения.

На другом (револьверном) станке предварительно был проточен один фланец. Корпус устанавливается этим фланцем на планшайбе в заточку и прижимается четырьмя поворотными, крючкообразными болтами.

Револьверная головка несет оправку с направляющими хвостами, входящими во втулку шпинделя (работа по схеме 3 главы X). На тех же оправках установлены подрезные добавочные супорта, приводимые в движение от бокового супорта станка. При движении последнего упор на нем давит на болтик, повернутый в подрезной супорт, и заставляет последний перемещаться перпендикулярно оси шпинделя. Такое устройство дает возможность производить подрезку внутри корпуса, не смещая салазок поперечного супорта (иначе резец поперечного супорта нельзя было бы ввести в корпус). Резец на самом поперечном супорте служит лишь для подрезки наружного торца. Рассмотрим последовательно все разработки.

1-я разработка. Револьверная головка подается до определенного положения, причем хвостовик входит во втулку шпинделя. Резец, закрепленный в оправке, снимает корку в начале расточки, предохраняя расточные резцы. Поперечный супорт подрезает торец корпуса.

2-я разработка. Двумя тангенциальными резцами производится черновая расточка и одновременно последовательно двумя резцами наружная обдирка фланца. Добавочный резец вытачивает углубление во фланце, для того чтобы впоследствии для чистовой подрезки оставалась лишь узкая наружная кромка.

3-я разработка. Состоит только из проточки канавки.

4-я разработка. Чистовая операция. Тангенциальными резцами протачивается внутренняя поверхность и окончательно наружный буртик. Добавочный резец обслуживает (движением вдоль оси корпуса) узкую кромку на торцевой поверхности.

Полное время операции по точному хронометражу 13,60 мин., из него собственно резание занимало 9,89 мин. (73%), остальное расходовалось на холостой ход супортов и на установку изделия.

Весьма интересная особенность операции та, что вся работа производилась при обильном охлаждении резцов эмульсией. Обычно чугун точат без воды, полагая, что польза от нее не окупает неудобств от загрязнения станка мелкими мокрыми стружками чугуна. Здесь охлаждение было введено первоначально для того, чтобы отводить теплоту, выделяющуюся при энер-

гичном снятии стружки и прогревающую корпус. Благодаря тому, что разные корпуса нагревались неодинаково, не удавалось получить точную меру. Никаких неудобств от работы по чугуну с водой не получалось, резцы стояли дольше, чем при работе всухую.

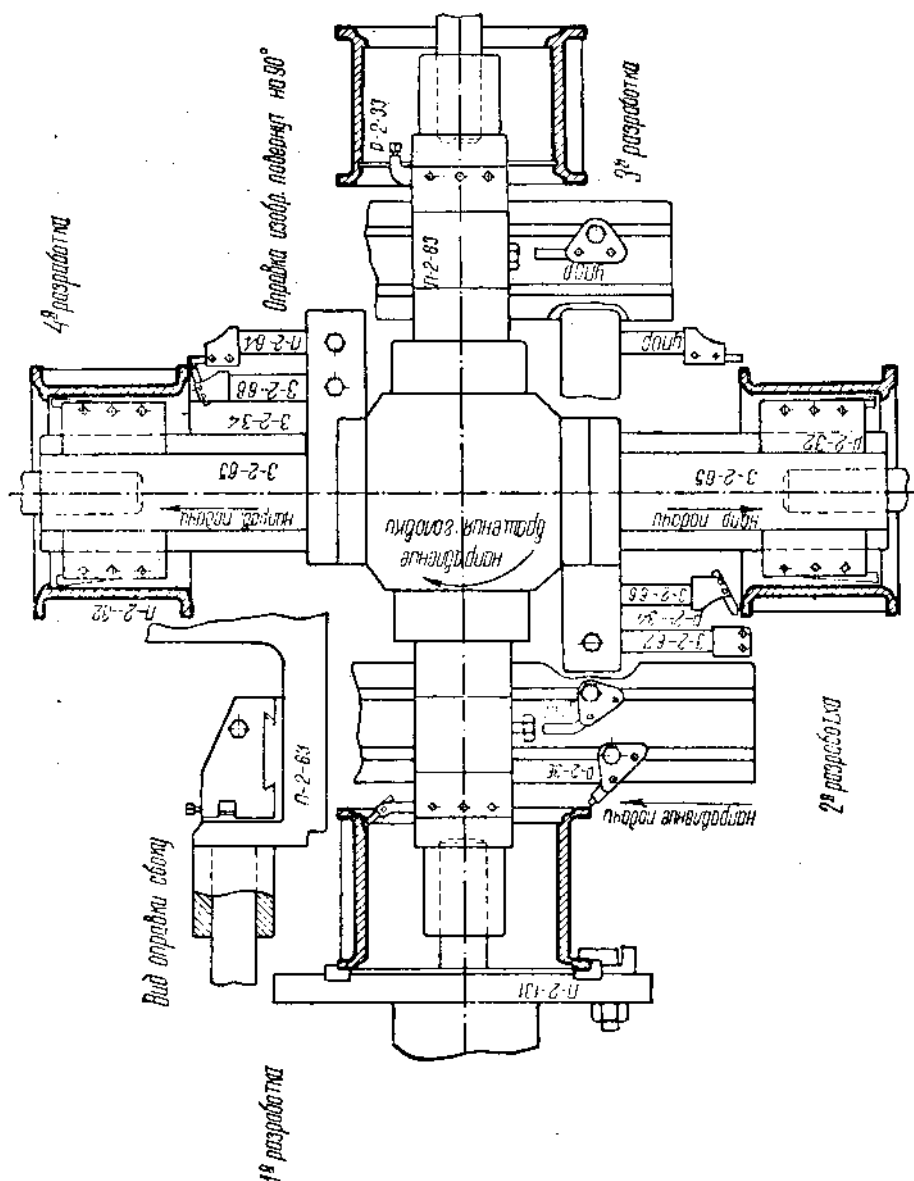


Рис. 269. Обработка корпуса электромотора на полуавтомате: Поттер-Джонстон.

Приводим полную инструкционную карточку на эту операцию (табл. 48).

Параллельно с полуавтоматом та же операция производилась на револьверном станке. Станок не имел бокового суппорта, но зато револьверная

Таблица 43.

Обточка корпуса электрошогора на полуавтомате.

№	Наименование рабочего приема	Инструмент			Элементы резания				Время в мин.	
		режущий (основ.)	измер.	зажимы и приспособ.	глубина резания в мм	скорость об./мин	глубина на 1 обор.	в 1 мин.	общее хол. ход	руч. ное и ма-шин.
1	Поставить			П-2 131					0,75	0,75
2	Ободрать торец фланца	Р-2-36		П-2-63	3-4	18	12-15	0,9	16,2	2,32
3	Ободрать внутри под же- лезю $\varnothing 195$ и фланец	Р-2-32 Р-2-34		П-2-64 3-2-65 3-2-66 3-2-67		18	10-15	0,9	16,2	7,00
4	Протоочить канавку	Р-2-33		П-2-63		18	11	0,9	16,2	0,75
5	Расточить под железо и фланец	Р-2-32 Р-2-34	И-2-17 И-2-18 И-2-6	П-2-64 3-2-65 3-2-66 3-2-77		35	11-15	1,75	6,25	2,25
6	Снять									0,53
Итого									13,60	3,71
									9,89	

головка имела боковое перемещение. Закрепление изделия аналогично с закреплением на автомате. План разработок несколько иной (рис. 270). Полное время операции (по хронометражу) 21,14 мин., из них 15,0 мин. машинное (71%). Больше время по сравнению с автоматом объясняется как

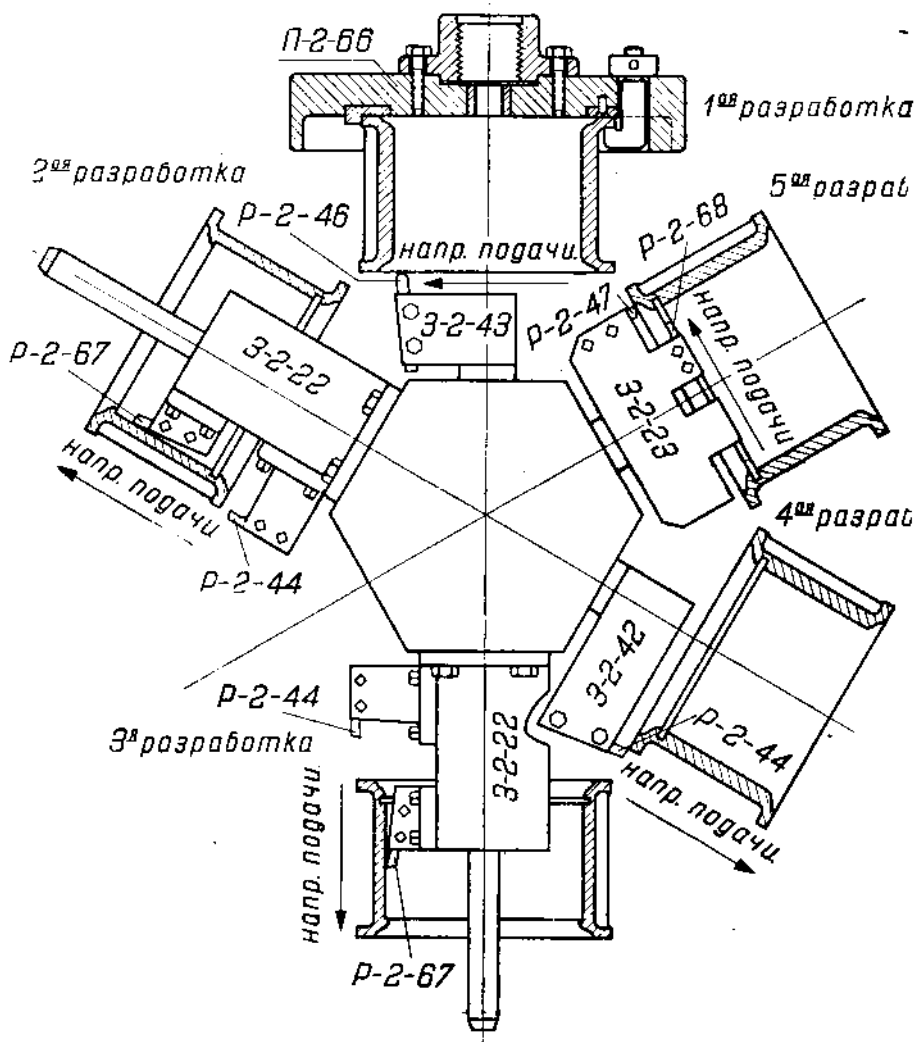


Рис. 270. Обработка корпуса электромотора на revolverном станке.

менее рациональным планом разработок (из-за отсутствия бокового супорта), вызвавшим увеличение ручного времени, так и главным образом слабостью станка, не позволявшего применять столь большие подачи, как автомат.

Мы указали, что буртики корпуса для посадки подшипниковых шитов точились по скобе 262—0,1. Окончательный их размер должен соответство-

вать допуск для посадки движения и размер их будет $260 \begin{smallmatrix} -0,022 \\ -0,052 \end{smallmatrix}$. Отсюда видно, что на полуавтомате или револьверном станке они точатся не наготово, а оставляется припуск 1 мм на сторону. Такая практика установилась

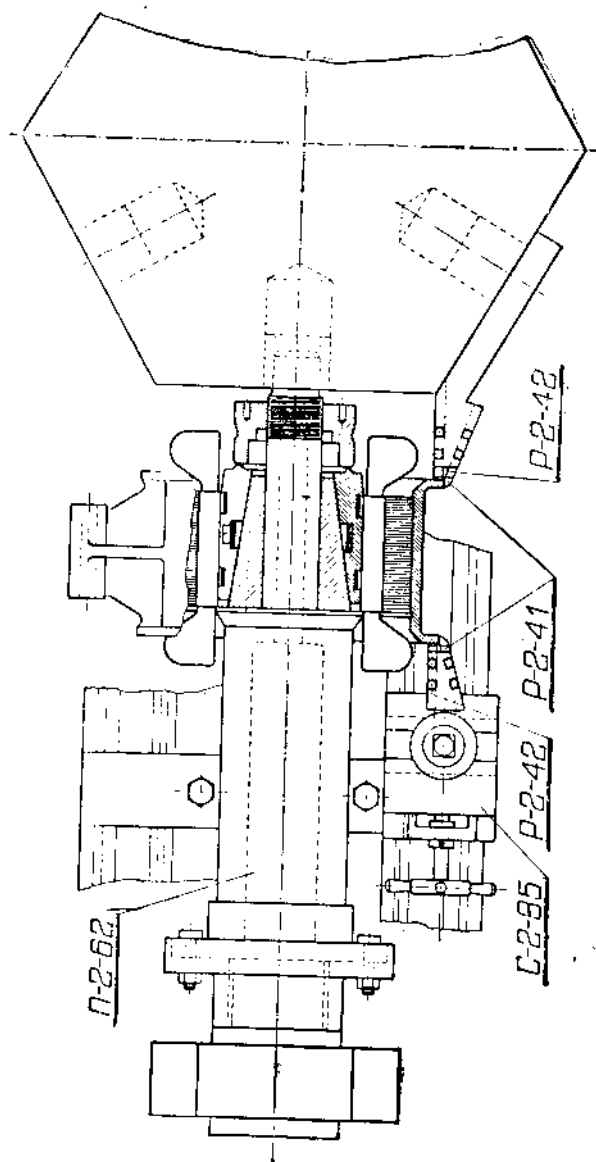


Рис. 271. Обточка статора электромотора на оправке.

не сразу. В начале корпуса точились сразу наготово, но было замечено, что при запрессовке железа они деформировались, обе заточки получались овальные и неконцентричные. В результате была введена третья операция: обточка буртиков на оправке. Она производилась после обмотки и пропитки ста-

Таблица 49.

Проточка фланцев статора электромотора.

№	Наименование рабочего приема	Инструмент			Элементы резания			Время в мин.	
		режущий (основ.)	измер.	зажимы и приспособ.	глубина резания в мм	скорость об./мин.	подача на 1 обор.	общее	руч.-машин.
1	Надеть на оправку, зажать			П-2-62				0,53	0,53 ¹⁾
2	Проточить оба фланца и торца, промерить	Р-2-41 Р-2-42	И-2-47 И-2-46	3-2-55 3-2-56	1	25	руч.-ная	3,22	3,22
3	Снять							0,37	0,37
Итого								4,12	4,12

¹⁾ М-шинное время не выделялось из общего, так как подача применялась ручная.

тора на револьверном станке непосредственно перед сборкой.

Рис. 271 изображает эту операцию. Оправка сделана раздвижной и закреплена одним концом на шпинделе станка (на фланце). Другой ее конец поддерживается револьверной головкой. Оба буртика точатся сразу, причем один — резцом в револьверной головке (самоходом), а второй — специальным суппортом (ручным движением). Станок настроен на определенный размер и допуск 0,03 мм легко выдерживается. После введения описанной операции все неприятности с появлением боя и овалов прекратились.

Приводим инструкционную карту этой операции (табл. 49).

Г. Обработка корпуса электромотора на карусельном станке (опыт завода Электросила). Более крупные корпуса обрабатываются на карусельных станках. Приводим описание обработки корпуса одного из моторов трехфазного тока.

Основные размеры:

Диаметр заточки под подшипниковый щит $420^{+0,06}$ мм.

Диаметр расточки под железо статора $360^{+0,1}$ мм.

Ширина корпуса $230_{-0,2}^{+0}$ мм.

Обработка сначала велась в две операции, причем заточки под подшипниковые щиты точились сразу начисто. Однако тонкостенная отливка корпуса **общий вид установки**

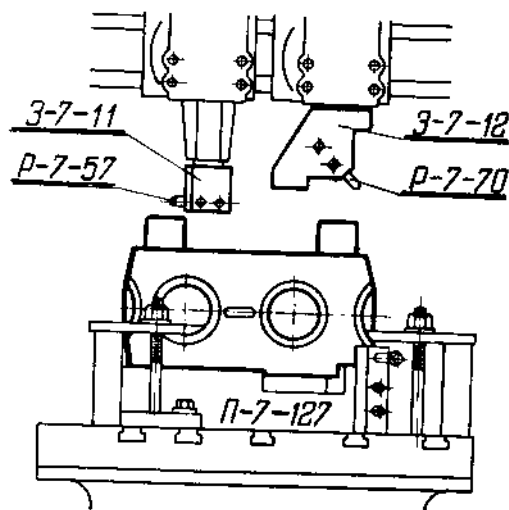


схема обработки

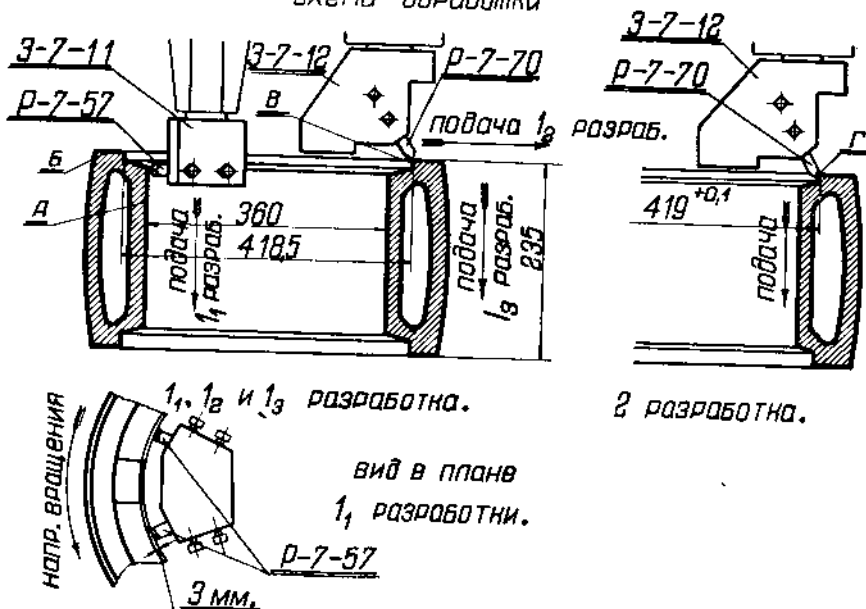


Рис. 272. Первая операция обточки корпуса электромотора на карусели.

пуса легко теряла меру, а также появлялся бой ¹⁾ при запрессовке в нее статорного железа (под гидравлическим прессом). В связи с этим пришлось.

¹⁾ Т. е. обе заточки оказывались эксцентричными.

общий вид установки

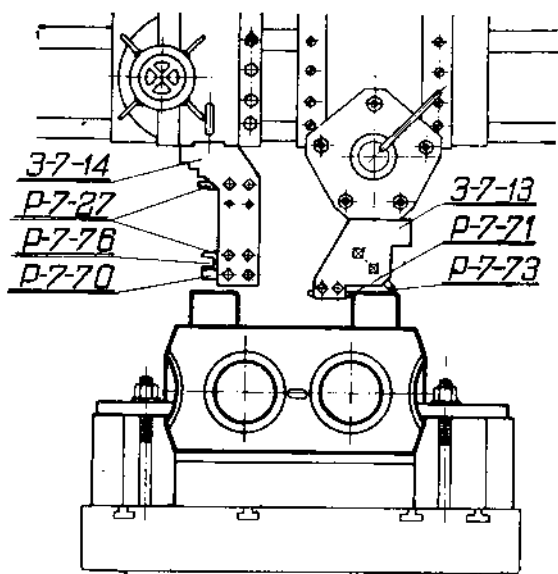


схема обработки

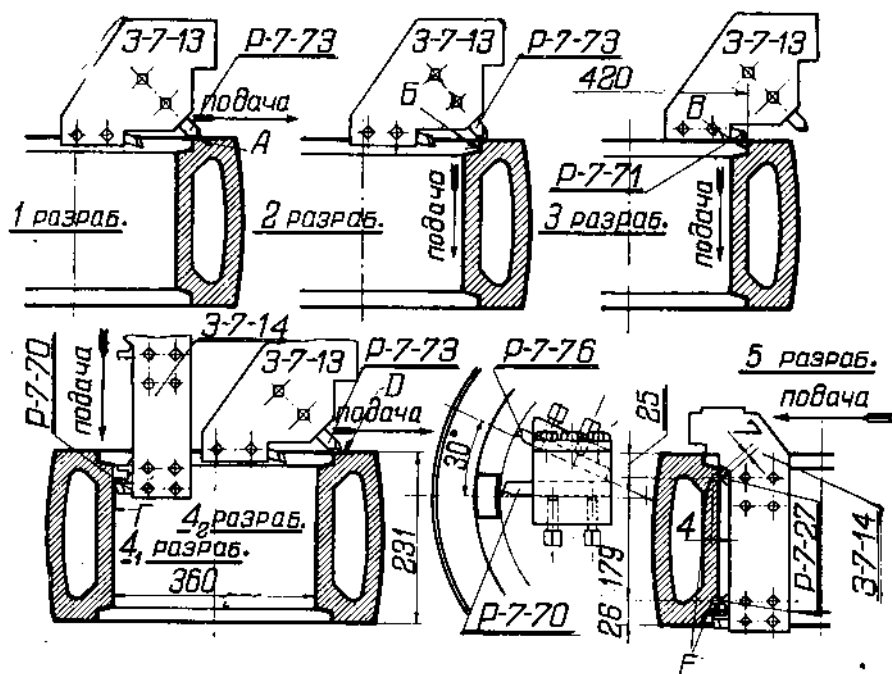


Рис. 273. Вторая операция обточки корпуса электромотора на карусели.

изменить план обработки, введя третью операцию, в которой одновременно растачивалось и статорное железо.

1-я операция (рис. 272). Конус центрируется при помощи трех планок с нажимными болтами и притягивается к столу планками (проверка на-глаз

общий вид установки

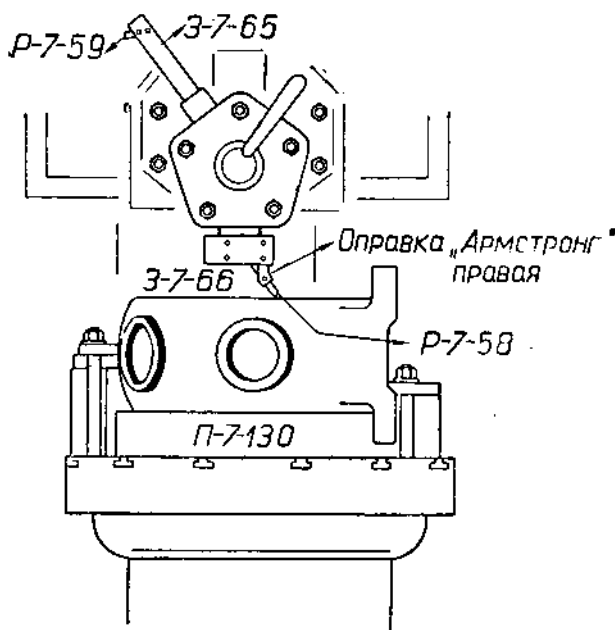


схема обработки

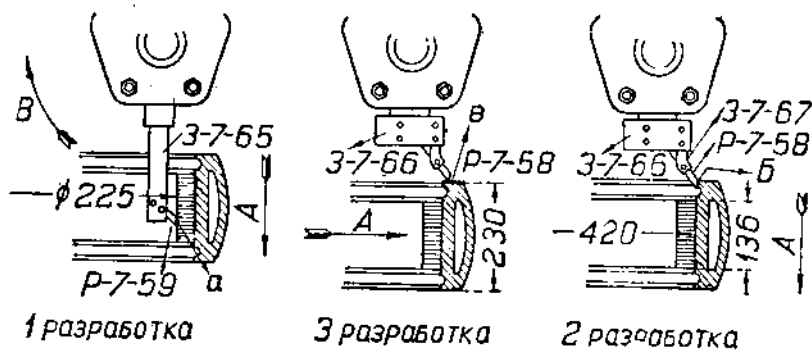


Рис. 274. Третья операция обточки корпуса электромотора на карусели.

при пробном пуске станка). План операций понятен из рисунка и из приводимой инструкционной карты. Обратим внимание лишь на державку для внутренней расточки (3—7—11). В нее вставлено два резца, из которых каждый установлен лишь на половину полной глубины резания. В

данном случае применение такой оправки оказывается весьма целесообразным, так как здесь мы имеем случай прерывистого резания (расточивается не вся внутренняя поверхность, а только 4 нешироких выступа, которые и центрируют вкладываемый пакет железа). Уменьшив сечение стружки, приходящегося на каждый резец, мы не только повышаем стойкость резцов, но одновременно уменьшаем усилие резания, а следовательно и удары в момент входа резца. Очевидно при обточке и расточке прерывистой поверхности можно идти дальше и ставить 3—4 и более резцов так, что одновременно находятся в действии только 1—2 из них. Этим методом можно в несколько раз ускорить обработку и достигнуть спокойного хода станка ¹⁾.

Выточка растачивается начерно в размер $419^{+0,1}$ мм. Приводим инструкционную карту первой операции (табл. 50).

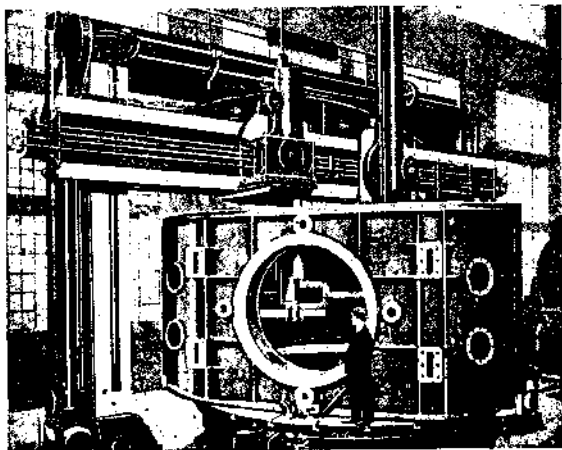


Рис. 275. Расточка цилиндра на 8-метровой карусели.

2-я операция (рис. 273). Корпус ставится на заточку, сделанную в специальной плите, привернутой к столу карусельного станка. В этой операции верхняя заточка корпуса растачивается изгототов в размер $420^{+0,06}$ мм. Приводим и здесь инструкционную карту (табл. 51).

После окончания второй операции строгоются лапы корпуса и в него запрессовывается статорное железо. В таком виде корпус поступает на третью операцию.

3-я операция (рис. 274). Корпус ставится на точную цилиндрическую заточку и слегка крепится планками. В эту операцию точится в размер вторая заточка, начерно обработанная в первую операцию, и растачивается железо. Так как корпус установлен на другую заточку, то при таком методе достигается concentричность диаметров обеих заточек и внутренней поверхности пакета железа. Приводим инструкционную карту (табл. 52).

Вместо обработки заточек на карусельных станках в три операции можно было бы ввести специальную расточку их на токарном станке на оправке, сажая статор на железо. Однако такая операция несколько пугает своей громоздкостью и была нами применена лишь для мелких типов.

Для того чтобы далее не возвращаться к обработке корпусов электромоторов, заметим здесь, что эта деталь, имея значительный диаметр при сравнительно небольшой длине и требуя кроме того наружной обточки, весьма подходит для револьверных и карусельных станков и чаще всего обрабатывается именно на них.

¹⁾ Прерывистое резание при снятии толстых стружек очень расшатывает станок. Применение подобных державок должно получить самое широкое распространение в электромашиностроении, где ребристые конструкции встречаются во многих местах. Этим методом можно значительно повысить производительность токарных и расточных станков.

Таблица 50.

Операция 1.

Обработка фланцев и обдирка под железо.

№	Место обраб.	Наименование рабочего приема	Инструмент			Элементы резания					Время в мин.	
			режущий (основ.)	измер.	зажимы и приспособл.	глубина резания в мм	скорость об./ мин.	м/мин.	на 1 об.	подача в 1 мин.	общее	руч- ное шпин.
1 ₁	А	Поставить корпус на 3 штифта приспособле- ния и закрепить при помощи прижимных планок и боковых винтов	Р-7-57 Р-7-57	И-7-101	3-7-11	2-6 3	9,5 10,5 10,7		1,42 1,42	13,3	17,85	1,4 16,45
			Р-7-70		3-7-12	4-6 1,0	9,5 9,5		0,68 1,42 13,3	6,46		6,5 3,11
1 ₂	Б	Ободрать фланец в 2 прохода	Р-7-70				9,5		0,68	6,46		1,55
1 ₃	В	Ободрать заточку в 2 прохода	Р-7-70			2-3 1,5	9,5 9,5		0,68 0,68	6,46		1,55
2	Г	Отжечь болты прижим- ных планок и зачи- стить заточку Отжечь и снять со станка	Р-7-70	И-7-107	3-7-12	0,5	10 13,15		0,68	6,8	1,0	1,47
Итого											25,13	7,21 17,92

Таблица 51.

ОПЕРАЦИЯ 2.

Зачистка под железо и обработка фланца.

№	Место обработ.	Наименование рабочего приема	Инструмент			Элементы резания					Время в мин.		
			режущий (основ.)	измер.	зажимы и приспособл.	глубина резания в мм	скорость		Поддача		общее	руч. ное	ма- шинн.
							сб./ мин.	м/мин.	на 1 об.	в 1 мин.			
1	A	Поставить на заточку приспособления и за- крепить фланец кор- пуса	P-7-73		3-7-13	6-8	8,3	13,0	0,7	5,8	1,13	1,33	8,1
2	B	Обработать заточку под подшипник	P-7-73		3-7-13	2-4	8,3	10,85	0,7	5,8	3,0	0,3	2,7
3	B	Отжать болты прижим- ных планок и зачи- стить заточку в 2 про- хода	P-7-71		3-7-13	0,3- 0,4 0,1- 0,2 0,8- 1,0	8,5	11,2	0,7	5,5	5,8	1,4	4,4
4 ₁	Г	Зачистить приливы под староторное железо и одновременно:	P-7-70 P-7-76	И-7-61	3-7-14	0,8- 1,0	8,4	9,5	3,33	28	9,8	1,58	8,22
4 ₂	Д	Зачистить фланец	P-7-73	И-7-118	3-7-13	0,4- 0,6	8,4	13,2	0,7	5,88			7,14
5	Е	Проточить 2 шт. шпо- ночных канавок Очистить и снять со станка	P-7-27 P-7-27		3-7-14		8,4	9,9	руч ная		2,1	0,6	1,5
											1,23	1,23	
											31,86	6,94	24,92
											Итого		

Таблица 52.

Операция 3.

Расточка жезла и зачистка фланца.

№	Место обраб.	Наименование рабочего приема	Инструмент			Элементы резания					Время в мин.		
			режущий (основ.)	измер.	зажимы и приспособл.	глубина резания в мм	об./мин	скорость м/мин.	подача на 1 об.	в 1 мин.	общее	руч.ное	машин.
1	А	Поставить на заточку приспособления и закрепить прижимными болтами Расточить по внутр. диаметру статорное железо	Р-7-59	И-7-112 И-7-113	3-7-65	0,2— —0,3	59	41,7	0,5	29,5	7,67	2,97	4,7
2	Б	Повернуть револьвер. головку и зачистить выточку под подшипник 420 мм	Р-7-58	И-7-4	3-7-66	0,5	10,75	14,2	0,5	5,38	4,51	2,51	2,0
3	В	Зачистить фланец Отжать и снять со станка	Р-7-58	И-7-19	3-7-66	1—2	10,75	16,2	1,0	10,75	4,26 1,33	0,81 1,33	3,45
Итого											20,02	9,87	10,15

Примечание. В следующем корпусе 1-я разработка будет 3-й, а 3-я — 1-й. Этот порядок введен для экономии при повороте револьверной головки и установке реза на стружку.

Однако иногда предпочитают производить эту работу на расточных станках, применяя специальные типы последних, позволяющие обрабатывать обе заточки одновременно. Нужно однако помнить, что в данной детали получение концентричности трех диаметров составляет главнейшее требование и план операций должен обеспечивать достижение идеальной концентричности.

Д. Расточка больших цилиндров на карусельных станках. Крупные карусельные станки очень удобны для обработки больших цилиндров, если высота последних невелика по сравнению с диаметром. Призма станка является очень солидной борштангой, пригодной для снятия крупных стружек, а наличие нескольких супортов позволяет вести обработку сразу в нескольких местах.

Обстоятельством, ограничивающим применение этих станков для расточки, является прежде всего длина цилиндра. Обычные карусельные станки имеют сравнительно небольшой ход супортов и для расточки длинных цилиндров пришлось бы брать очень большие станки. Кроме того отсутствие заднего направления мешает вести расточку длинных цилиндров при малых диаметрах¹⁾.

Рис. 275 показывает расточку большой отливки на восьмиметровом карусельном станке Sellers.

Для расточки небольших диаметров приходится сообщать шпинделю весьма большое число оборотов, что неудобно и вызывает быстрый износ станка. Поэтому большие станки иногда

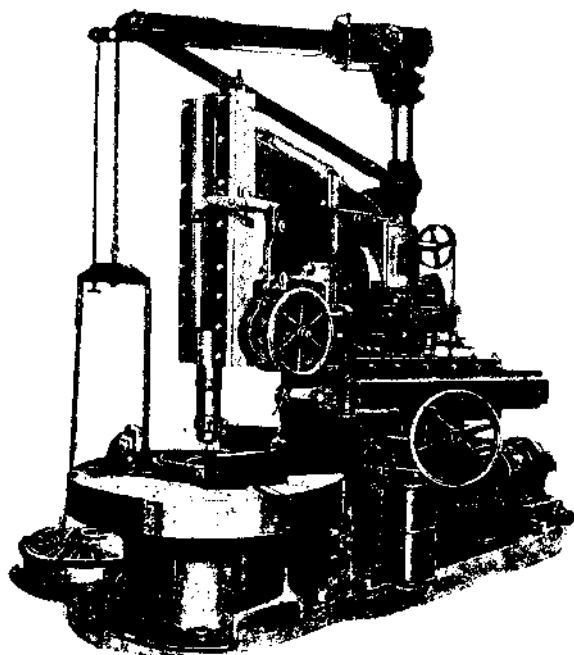


Рис. 276. Станок для расточки вагонных колес.

снабжаются специальной борштангой, самостоятельно вращающейся, независимо от вращения стола. Такая борштанга имеет обычно нижнее направление — и в результате получается комбинированный карусельный и расточный станок.

Наконец существуют карусельные станки, служащие главным образом для расточки. Рис. 276 показывает специальный станок для расточки вагонных колес в исполнении фирмы Sellers (Америка). Это обыкновенный карусельный станок со столом 1370 мм (4'6") диаметром, в котором вместо обычных супортов против центра стола укреплена борштанга, имеющая только вертикальное движение. Интересными особенностями станка являются:

а) Автоматический патрон со специальными кулачками. Кулачки сходятся одновременно с пуском стола и расходятся при пуске стола в обратном направлении.

¹⁾ Иногда специально для расточных операций строятся карусельные станки с увеличенным отношением хода борштанги к диаметру стола.

б) Борштанга с закрепленными на ней последовательно тремя комплектами резцов. При движении ее вниз отверстие растачивается сначала начерно, потом начисто и наконец закругляются края отверстия.

в) Пневматический поворотный кран, служащий для установки и снятия изделий со станка. Фирма Sellers рекомендует снабжать каждый станок двумя такими кранами. В то время, как одно изделие сбрабатывается, готовое снимается с первого крана, а ожидающее обработки загружается на второй кран. После остановки станка берется изделие свободным первым краном и устанавливается новым вторым. Этим производительность станка значительно повышается.

Е. Обработка рубашки цилиндра большого двигателя Дизеля (серийное производство). Рис. 277 изображает внешнюю часть (рубашку) цилиндра двигателя Дизеля.

1-я операция. Отрезка прибыли. Обработка отливки начинается с отрезки прибыли на карусельном станке при скорости резания 7,5 м/мин. и подаче 0,3—0,4 мм за оборот.

2-я операция. Расточка и обточка торцов. Обработка ведется в две установки на карусельном станке.

1-я установка. Цилиндр закрепляется на столе станка стороной А кверху.

1. Установка и выверка	45 мин.
2. Обдирка верхней торцевой плоскости (припуск 30 мм) при скорости резания на внешней окружности 18 м/мин. и подаче 2 мм за оборот в три прохода. Одновременно обдирается диаметр 790 мм и выточка 815 мм	45 "
3. Чистовая обточка верхнего торца А в один проход при скорости резания на внешней окружности 10 м/мин. и подаче 10 мм на оборот (широкий резец)	5 "
4. Чистовая расточка диаметров 790 мм и 815 мм при скорости резания 8 м/мин. и подаче 4 мм за оборот	15 "
5. Снять фаски и конусные заточки	25 "
6. Диаметр 785 мм ободрать в три прохода при скорости резания 11,5 м/мин. и подаче 2 мм за оборот	160 "
7. Чистовая расточка того же диаметра (широким резцом) при скорости резания 6 м/мин. и подаче 4 мм за оборот	100 "
8. Подрезка по длине в меру	25 "

2-я установка. Цилиндр закрепляется на столе стороной В кверху.

9. Перевернуть цилиндр, проверить и закрепить	25 мин.
10. Плоскость основания В ободрать в два прохода при скорости резания на наружном диаметре 20 м/мин. и подаче 2 мм за оборот. Одновременно ободрать диаметры 790 и 780 мм	85 "
11. Обточить плоскость основания начисто	30 "
12. Расточить диаметры 790 и 780 мм начисто при скорости резания 6 м/мин. и подаче 6 мм за оборот (широкий резец)	30 "
13. Расточить выточку 800 мм	10 "
14. Подрезать диаметр 785 мм по верхней кромке, сняв 50 мм	15 "
15. Снять цилиндр со станка	10 "
16. Смена резцов и измерения во время обеих установок	190 "
17. Контроль	15 "

Итого (без добавки на утомляемость) 830 мин.

Машинное время	545 мин.	66%
Ручное	285 "	34%
Итого	830 мин.	100%

Обращают на себя внимание большие скорости резания 18—20 м/мин. для самокальных резцов в пп. 2 и 10. Нужно заметить, что такие скорости имеют место только на наружном диаметре; по мере приближения к центру они уменьшаются и на внутреннем диаметре получаются лишь 10—13 м/мин. Вся обработка показана на самокальных резцах. Чистовая расточка ведется широкими резцами с большими подачами и малыми скоростями резания. При обточке верхнего торца (п. 3) скорость резания принята несколько повышенной, так как здесь мы имеем торцовую, а не внутреннюю обточку.

При пользовании резцами вида подобные работы могут быть очень ускорены. В частности в данном случае в пп. 2, 5, 6, 8, 10, 13, 14, занимающих в совокупности 365 минут, скорость можно увеличить в три раза при той же подаче. Время соответственно уменьшится до 122 мин. Экономия $365 - 122 = 243$ мин. или от полного времени операции (830 мин.) — 30%.

Ограничением применения вида может служить мощность станка, которая однако при глубине резания 10 мм, подаче 2 мм и скорости резания 40 м/мин. все же получается умеренной. Действительно, полагая коэффициент резания чугуна равным 80 кг/мм^2 и к. п. д. станка 0,7, получим требуемую мощность мотора равную

$$\frac{10 \cdot 2 \cdot 80 \cdot 40}{60 \cdot 75 \cdot 0,7} = 20,3 \text{ л. с.}$$

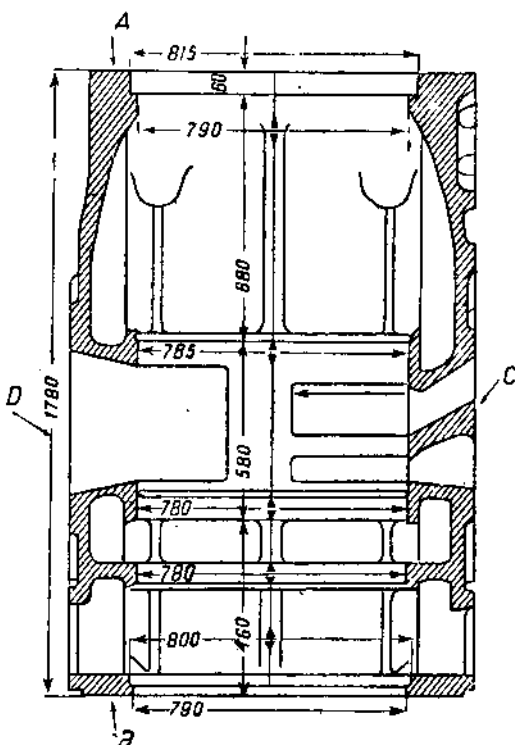


Рис. 277. Цилиндр двигателя Дизеля.

Такую мощность обычно имеют современные карусельные станки, 2,5 м диаметром.

На заводе Русский Дизель эта операция (на цилиндрах несколько другого типа) велась с успехом при работе резцами вида при скоростях резания 30—40 м/мин. и подаче до 2 мм.

3-я операция. Фрезеровка со стороны продувки и выхлопа. Фрезеровка фланцев С и D производится на продольно-фрезерном станке (или тяжелой колонке) фрезером с наборными зубьями диаметром 750 мм, причем устанавливаются в ряд несколько цилиндров. Предположена работа одним фрезером одновременно при подаче 50 мм в минуту при обдирке и 100 мм при чистовой фрезеровке. Обдирка в два прохода.

Время без добавки на утомляемость получается 380 мин.

Машинное время составляет 60%.

4-я операция. Фрезеровка фланцев для присоединения труб. Цилиндр

устанавливается на круглом столе перед колонкой и поворачивается четыре раза. Время 100 мин.

Из него машинное время 35%.

5-я—7-я операции. Сверление и нарезка всех отверстий. Отверстия диаметром 50—60 мм сверлятся со скоростью резания 18 м/мин. при подаче 0,4—0,5 мм за оборот.

При нарезке резьбы скорость берется 4—5 м/мин.

Полное время без добавки на утомляемость 910 мин.

Из них машинное время составляет 65%.

Всего обрабатывается 210 отверстий, т. е. среднее время на 1 отверстие приблизительно 4,3 минуты, включая сверление, нарезку, подрезку и пр.

Диаметры отверстий от 1/2" до 60 мм. Сверление производится по кондукторам.

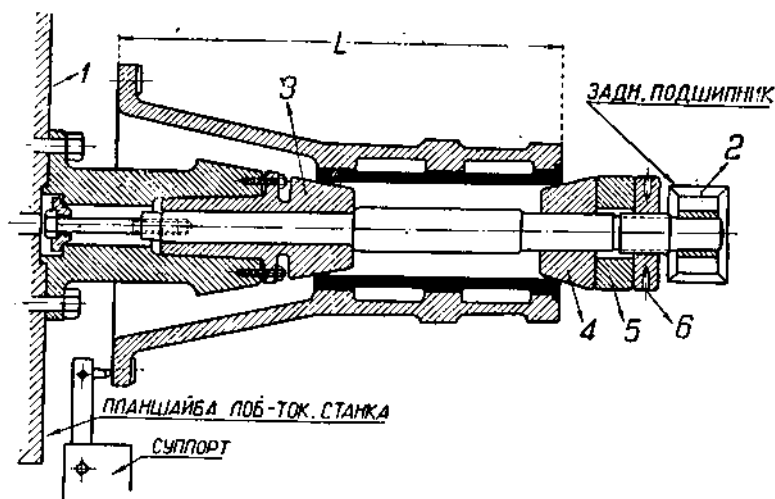


Рис. 278. Обточка основания станины двигателя Дизеля на оправке.

Этой операцией заканчивается механическая обработка и далее следуют слесарные операции: некоторая обрубка и зачистка, пригонка шпилек, вставка втулки в цилиндр, гидравлическое испытание и пр.

Полное время механической обработки (операции 2—7) 2220 мин. = 37 часов.

Ж. Обточка на оправке больших станин двигателей Дизеля. Мы уже упоминали о трудности достижения перпендикулярности оси расточки цилиндра плоскости его основания, если работа ведется на расточном станке, причем подрезка производится летучими суппортами. Прогиб борштанги и слабина во втулках, на которых сидят летучие суппорта (при конструкции с движущейся борштангой) ведут к тому, что основание подрезается косо и ось цилиндра при сборке оказывается неперпендикулярной, а следовательно неперпендикулярной оси коленчатого вала.

На заводе (бывш. Фельзер) в Нижнем-Новгороде применяется чистовая обточка фланца на оправке. Рис. 278 иллюстрирует эту операцию. Один конец оправки закреплен на планшайбе лобового станка 1. Это закрепление производится при помощи съемного конуса 3 для того,

чтобы иметь возможность ставить на станок станины различных размеров. Второй конец оправки опирается на подшипник 2, установленный отдельно от станка. Конус 4, кольцо 5 и гайка 6 служат для зажатия станины и центровки ее внешнего конца. Кольца 5 сменные для станин разных длин. При установке станины задний подшипник снимается и она надевается на оправку, закрепленную на планшайбе, в горизонтальном положении. Не ослабляя стропа, ставят на место внешний конус, кольцо и гайку. Гайка крепится длинным ключом, после чего ставится на место задний подшипник. Вся эта процедура занимает только 15 минут, включая и снятие обработанной станины.

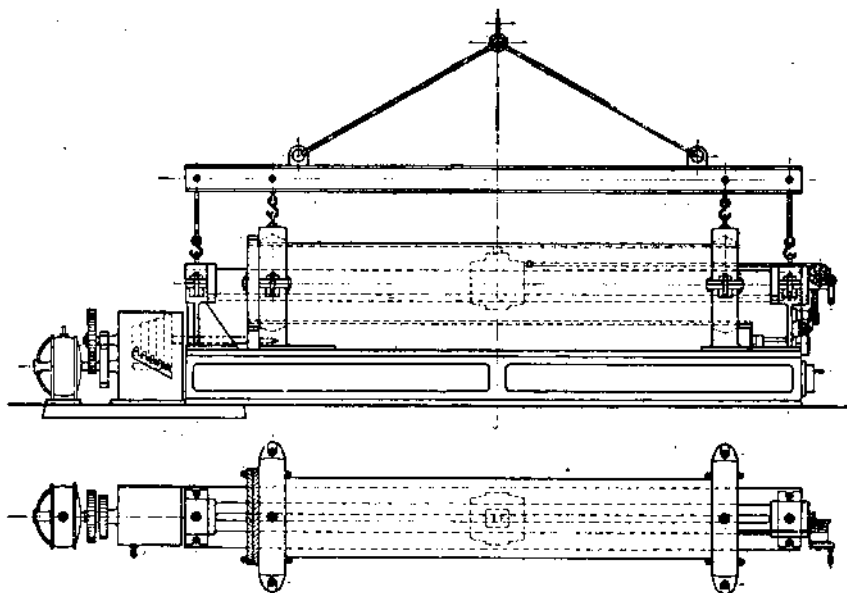


Рис. 279. Станок для расточки длинных цилиндров с вращающимся изделием.

Обточка основания (ранее ободранного с припуском 0,3—0,5 мм) производится обычно в один проход при скорости резания 5—8 м/мин. и подаче 0,5 мм за оборот. Длина L проверяется шаблоном.

Таким образом обрабатываются станины двигателей до 150 л. с. в одном цилиндре.

На рисунке показана станина, имеющая длину 2500 мм, при диаметре обточки лап 1700 мм.

Как мы указали для этой операции на заводе был использован лобовой станок, так как иначе потребовался бы очень большой центровой станок, которым завод не располагал. Несмотря на кажущуюся громоздкость операция идет весьма успешно и результаты получаются отличные. Только при помощи описанного метода, заводу удалось достигнуть степени точности достаточной для того, чтобы совершенно избежать припиловки лап станины при сборке. Теперь станина просто ставится на раму и ось цилиндра оказывается строго вертикальной, если рама установлена правильно.

Цилиндры типа, изображенного на рис. 277, часто обрабатываются на расточных станках вместо карусельных. В таком случае достижение строгой

перпендикулярности плоскости основания оси бывает часто затруднительно и здесь также возможно применение метода чистовой обточки основания на оправке, хотя при больших цилиндрах для этого придется использовать очень большой станок или прибегнуть к устройству какого-либо приспособления.

И. Специальный станок для расточки длинных цилиндров. Перечисленные выше преимущества токарных станков столь велики, что вызвали попытки применения того же принципа и для расточки длинных цилиндров.

Отто Лих ¹⁾ дает описание станка для расточки стальных цилиндров, построенного по принципу токарного (рис. 279). На цилиндр надеваются кольца, имеющие призматическое сечение. Эти кольца вращаются в двух люнетах разъемных в диаметральной плоскости. Одно из колец сделано нацело с большой шестерней, приводимой во вращение через передачу от мотора 7 — 8 л. с.

Установка колец на цилиндре и всего цилиндра в люнеты — довольно длинная операция (по данным О. Лих она занимает вместе с другими ручными временами около 1 часа), но при большом машинном времени, достигающемся для цилиндра диаметром 600 мм при длине 3000 мм около 8 часов (скорость резания 12 м/мин., подача 1 мм за оборот), отношение ручного времени к общему все же невелико.

Таким образом изделие вращается, а резец подается вдоль неподвижной борштанги, для чего он закрепляется в муфте, передвигаемой вдоль борштанги винтом.

Для облегчения загрузочных операций имеется специальная траверса, показанная на рисунке.

2. Работы на универсальном фрезерно-расточном станке Kearns ²⁾.

А. Описание станка. Мы подробно говорили о специальных расточных станках, предназначенных для определенной работы. Здесь мы приведем пример вполне универсального станка, который может выполнять почти все работы, производимые на других станках, причем разнообразные приспособления столь удачно скомбинированы, что универсальность достигается не путем чисто механического соединения нескольких различных станков, а так сказать „внутренним“ путем, используя одни и те же детали для самых разнообразных операций.

На этих станках без каких-либо специальных приспособлений, пользуясь только стандартными, прилагаемыми к станку, можно производить многие работы почти столь же успешно, как и при пользовании специальными приспособлениями. Рис. 280 показывает такой станок.

Опишем главные стандартные приспособления.

а) **Головка для облицовки.** Вместо обычных *летучих супортов* на этих станках применяются специальные головки (рис. 281). Подвижная часть скользит в салазках, сделанных в планшайбе. Благодаря прорези в подвижной части возможно одновременно вести облицовку и расточку, так как шпиндель имеет независимое от планшайбы вращение и подачу.

б) **Токарное приспособление** (рис. 282). Устанавливая на шпиндель обычную планшайбу, а на стол крестовые салазки, превращаем станок в токарный с изменяемой высотой центров.

¹⁾ Maschinen-Konstrukteur, 1 сент. № 17, 1929 г.

²⁾ Фирма H. W. Kearns (Англия).

Такое приспособление может быть очень полезно в мастерских, в которых большой токарный станок требуется редко и приобретение его не оправдывается. Указанное приспособление в несколько минут обращает расточный станок в токарный с очень большой высотой центров.

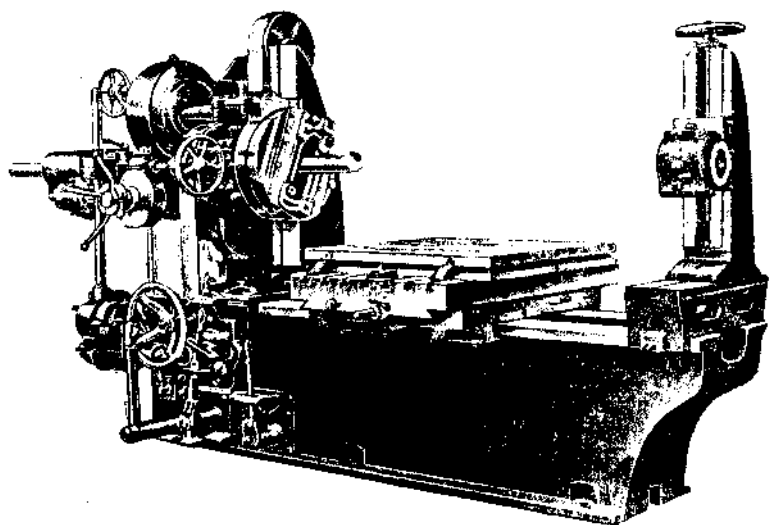


Рис. 280. Фрезерно-расточный станок Keapns.

в) *Шлифовальное приспособление* (рис. 283). При помощи этого приспособления станок превращается в планетарно-шлифовальный.

г) *Вертикально-фрезерное приспособление* (рис. 284) обращает станок в вертикально-фрезерный.

д) *Приспособление для обсверливания фланцев* (рис. 285) позволяет сверлить дыры, расположенные по кругу без помощи кондуктора.

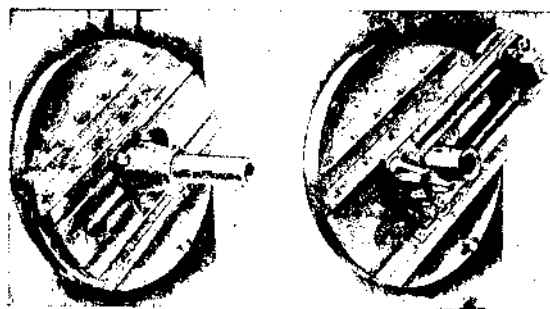


Рис. 281. Головка для облицовки Keapns.

Кроме этих приспособлений имеется очень много других: для нарезки зубчатых колес, обращающее станок в зуборезный; приспособление для нарезки винтовой резьбы и т. д. Интересно приспособление для точной установки расточной головки по высоте. Это линейка с нониусом, позволяющая устанавливать головку с точностью до 0,025 мм (0,001").

Стол в обычном исполнении имеет передвижение вдоль станины и поперек, но снабжается также верхней плитой, вращающейся вокруг вертикальной оси и позволяющей поворачивать установленное на столе изделие на любой угол. Стол может быть снабжен точными упорами, позволяющими производить его перемещения на вполне определенную величину.

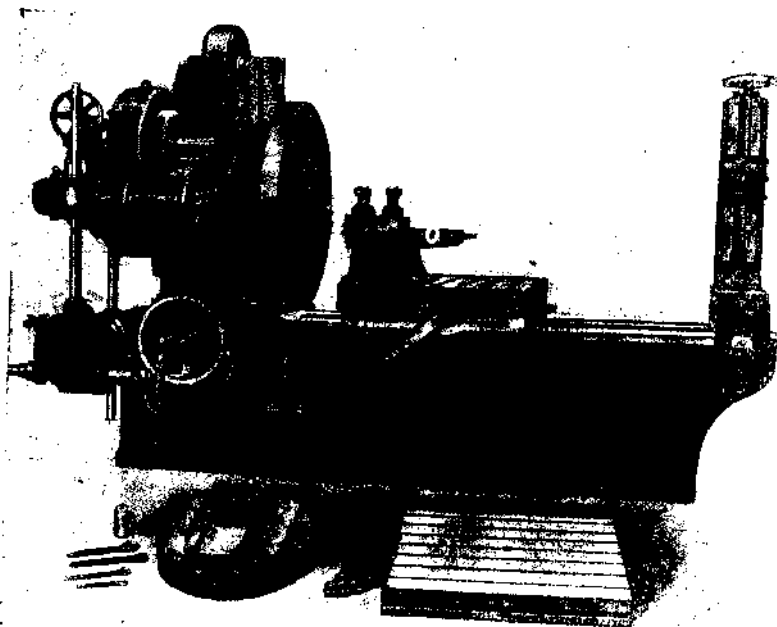


Рис 282. Токарное приспособление к станку Kearns.

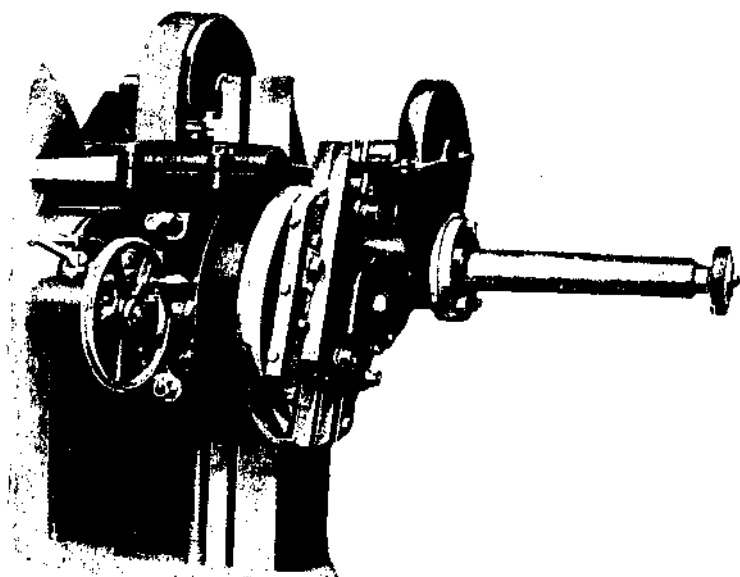


Рис. 283. Шлифовальное приспособление.

Кроме того станки снабжаются всевозможными оправками, резцовыми головками (см. выше рис. 222), летучими суппортами (рис. 223), борштангами, зажимами, круглыми столами и т. д.

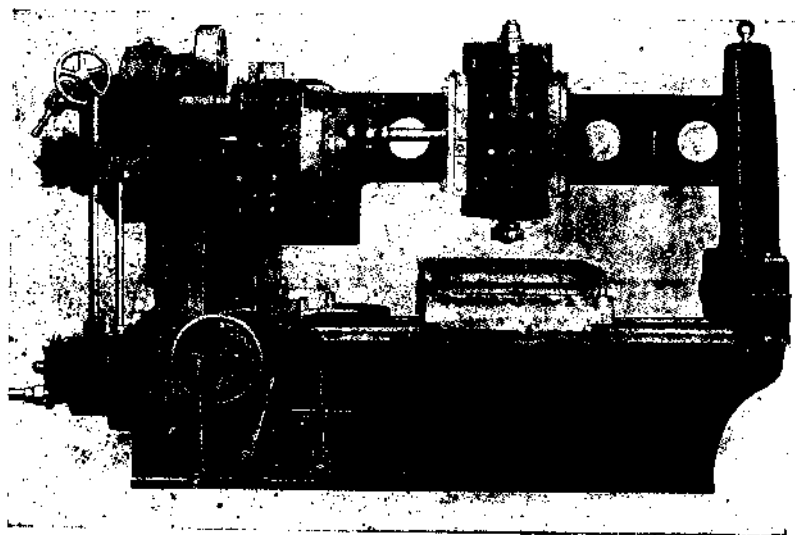


Рис. 284. Вертикально-фрезерное приспособление.

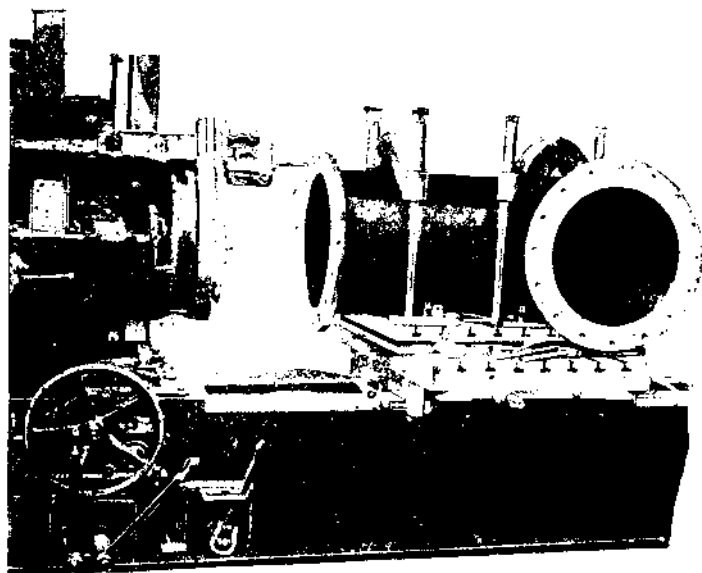


Рис. 285. Приспособление для обсверливания фланцев.

Рис. 286, 287 и 288 показывают примеры расточных операций, производимых на станке Kearns.

Б. Обработка паровозных цилиндров. Выше мы рассматривали обра-

ботку цилиндра двигателя Дизеля в серийном производстве. Ниже будет приведен ряд других примеров из практики серийного и массового производства. Здесь же мы рассмотрим обработку цилиндра локомотива так, как она может быть произведена при изготовлении малыми сериями или одиночным порядком на описанном станке Kearns. Работа ведется без каких-либо специальных приспособлений (кондукторов и т. п.), а следовательно без всяких затрат на подготовку производства для данного типа. Приводимые методы были установлены фирмой H. W. Kearns & Co Ltd (Англия) после большой серии специальных опытов над обработкой цилиндров паровозов различных серий ¹⁾. Вся работа ведется на универсальном фрезерно-расточном станке № 5 с диаметром шпинделя 127 мм (5" ²⁾).

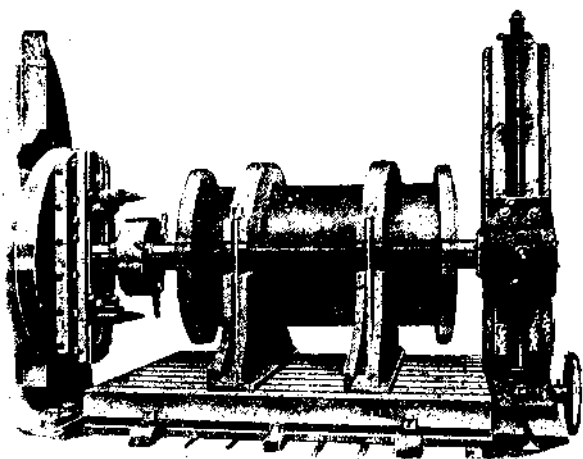


Рис. 286. Расточка цилиндров на станке Kearns.

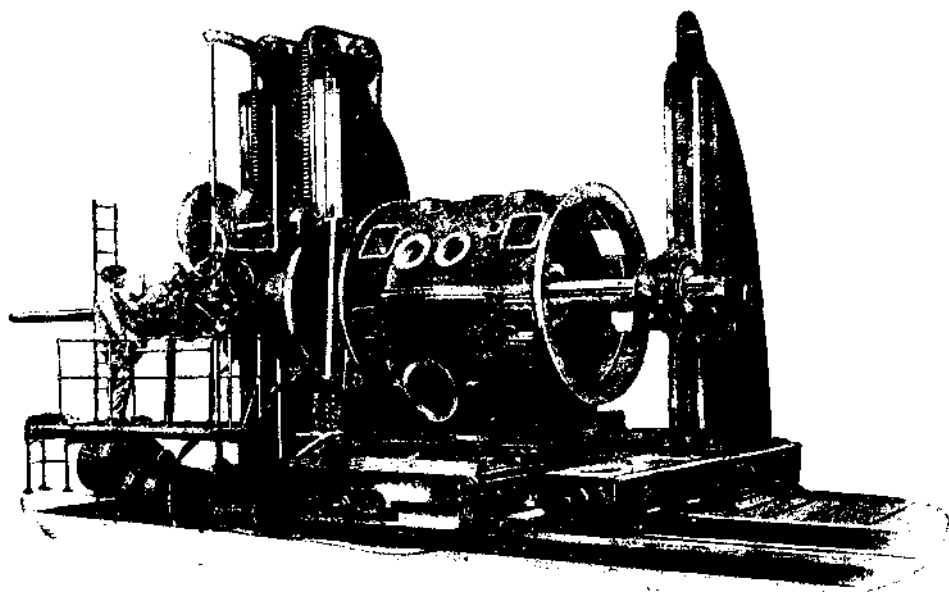


Рис. 287. Расточка корпуса турбины на станке Kearns.

¹⁾ См. Machinery (Лондон) Октябрь 13, 1927.

²⁾ У нас в мастерских такие станки часто называются *столиками*. См. рис. 280.

Рис. 289 показывает двойной паровозный цилиндр, установленный на таком станке. Размеры цилиндра: диаметр 500 мм, ход 650 мм. Растачиваются оба цилиндра и две золотниковых коробки. Торцы цилиндров облицовываются, боковые стороны и верх фрезеруются. Кроме того цилиндр кругом обшерливается, а дыры нарезаются.

Изображенный цилиндр вполне обрабатывается, без всяких специальных приспособлений, на одном станке в течение 56 час. 41 мин. В большинстве случаев цилиндры обрабатываются в две установки, остальные перемещения производятся путем вращения или передвижения стола. В некоторых конструкциях требуется еще третья установка.

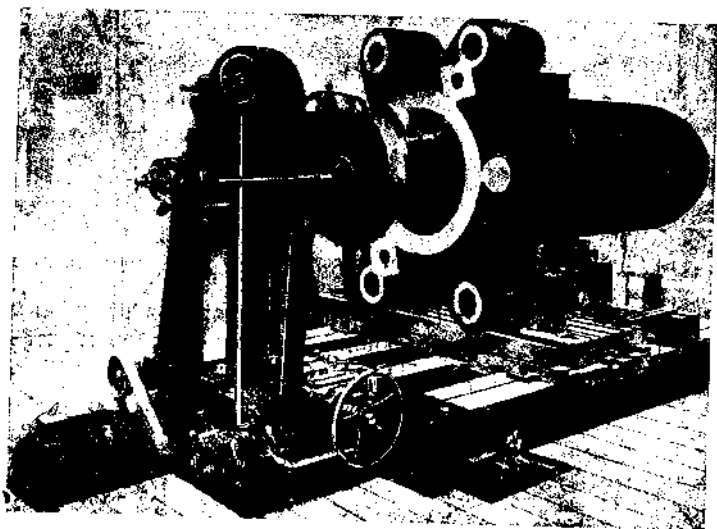


Рис. 288. Обработка стального цилиндра весом 10 т.

Значительное время (около двух часов) занимает первая установка необработанного цилиндра. Дальнейшие идут быстрее. Приводим табличку времен, полученных при обработке двойного цилиндра — по размерам близкого к изображенному на рис. 289.

Установки	3 час. 10 мин.
Расточка цилиндров	13 " 55 "
Облицовка торцов цилиндров	11 " 00 "
Расточка золотниковых коробок	8 " 10 "
Облицовка	3 " 30 "
Фрезеровка	12 " 55 "
Сверление, нарезка и ввертывание шпилек	13 " 45 "

Итого . . . 66 час. 25 мин.

При других типах время иногда получается несколько выше (до 80 часов).

Обработка локомотивных цилиндров — хорошо изученная операция, но в виду того, что паровозы, вообще говоря, изготавливаются небольшими сериями, она никогда не производится по методам крупносерийного производства.

Существуют двухшпиндельные расточные станки, предназначенные для обработки некоторых типов цилиндров,

3. Обработка втулок цилиндров двигателей Дизеля.

Двигатели Дизеля выполняются обыкновенно с цилиндрами, состоящими из двух частей: внешней (рубашка цилиндра) и внутренней (втулка). Последняя обрабатывается изнутри и снаружи и впоследствии вставляется в рубашку.

Концентричность наружной и внутренней поверхностей втулки является основным требованием при ее изготовлении. Несоблюдение этого условия поведет к тому, что втулка, вставленная в рубашку, даже пра-

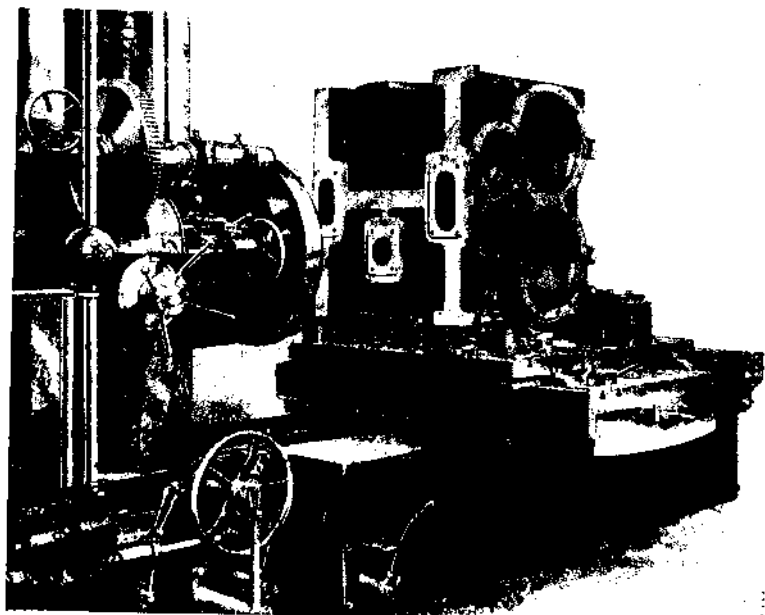


Рис. 289. Цилиндр паровоза.

вильно изготовленную, будет иметь ось перпендикулярную к плоскости основания цилиндра. Следовательно при постановке на станину ось цилиндра не станет вертикально и потребуются пригонка для того, чтобы исправить ее положение. При замене сработанной втулки новой придется вновь производить пригонку, так как ось новой правильной втулки очевидно станет косо.

Применяемый иногда метод *расточки втулок*, после вставки их в рубашку, позволяет не заботиться ни о концентричности обеих поверхностей втулки ни о правильности положения оси расточки рубашки. Однако такой метод является отказом от требования *взаимозаменяемости* и с этой точки зрения не может считаться правильным.

Втулки в настоящее время обычно вставляются в рубашку свободно— так что они идут на часть своей длины под действием собственного веса, а далее дожимаются болтами (крышечные шпильки). Раньше втулки часто запрессовывали или вставляли их в рубашку, прогретую паром. Однако такая практика, как показал опыт, ведет к появлению трещин в цилиндрах —

и от нее стали отказываться. В некоторых конструкциях втулки входят в цилиндр совершенно свободно.

Уплотнение против проникновения воды в цилиндр достигается резиновыми кольцами и другими подобными средствами.

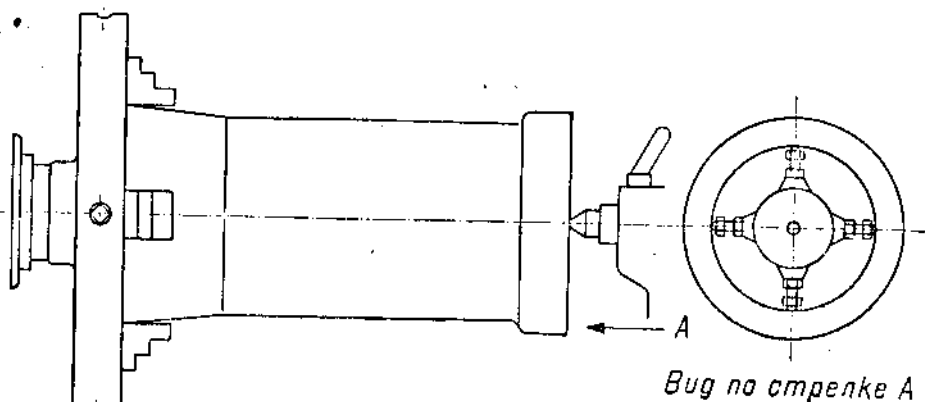


Рис. 290. Черновая обточка втулки дизеля.

По своей конструкции втулки разделяются прежде всего на *втулки четырехтактных машин* без окон для продувки и выхлопа газов и на *втулки машин двухтактных*, в стенках которых имеются окна. Наличие окон несколько затрудняет обработку, так как при расточке резец отпружинивает при прохождении мимо окон и для возможности получения спокойного хода станка приходится обычно уменьшать скорость резания. Чем слабее конструкция станка и борштанги, тем заметнее это явление. Для

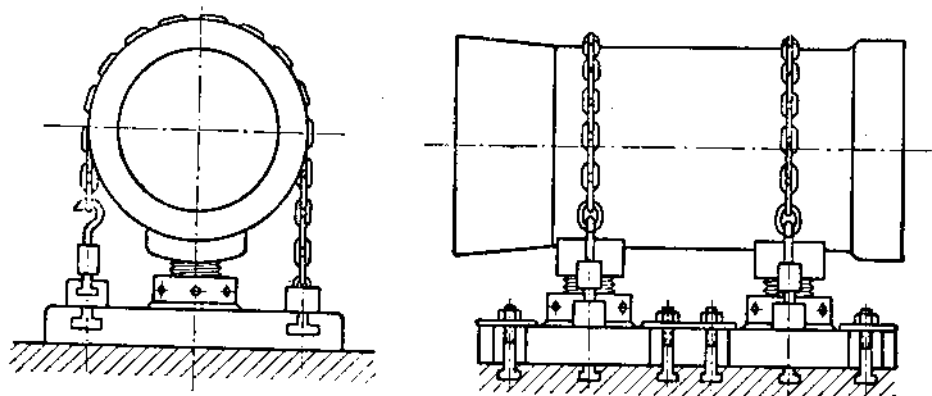


Рис. 291. Черновая расточка втулки дизеля.

того чтобы избежать его, часто в малых цилиндрах окна не отливают, а выфрезеровывают в целой стенке. В больших же оставляют при отливке в окнах тонкий слой металла около растачиваемой поверхности, который удаляется фрезеровкой после расточки. Фрезеровка окон является довольно

дорогой операцией и при отлитых окнах ее можно избежать, но зато появляется необходимость тщательной обрубки и опиловки кромок отлитых окон, так что экономия получается незначительная.

Переходя к плану операций, укажем, что последней операцией обычно является *чистовая обточка или шлифовка наружной поверхности втулки на центрах*, причем исходят из внутренней поверхности. Такой метод лучше обеспечивает concentricity чем обратный, когда обточенную начисто втулку в последнюю операцию растачивают или шлифуют внутри. Это вытекает из общего правила, что для *получения concentricity следует исходить от отверстия, производя последнюю операцию на оправке*¹⁾.

Чистовая обр.ботка втулок всегда отделяется от черновой, т. е. втулка сначала обдирается снаружи и изнутри и только после этого обтачивается и растачивается начисто. Если втулку сначала расточить начерно и начисто, а потом обточить снаружи также начерно, и начисто, то возможно появление овала вследствие деформации втулки при снятии наружной литейной корки.

Что касается до последовательности операций при черновой обработке, то здесь практика разных заводов различна. Иногда втулка сначала растачивается, а потом обтачивается, а иногда наоборот. Существенного влияния на окончательный результат эта последовательность не имеет. Обтачивая втулку в первую операцию, можно одновременно с удобством отрезать прилив, которая используется также для закрепления втулки на планшайбе. Неудобство, возникающее здесь — это несколько затрудненная проверка втулки на станке, которая естественно должна делаться от внутренней поверхности. При расточке в первую операцию прилив следует удалять предварительно, так как ее присутствие без нужды удлинит борштангу и затрудняет обработку.

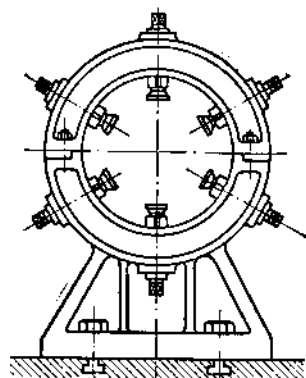


Рис. 292. Приспособление для закрепления втулки при чистовой расточке.

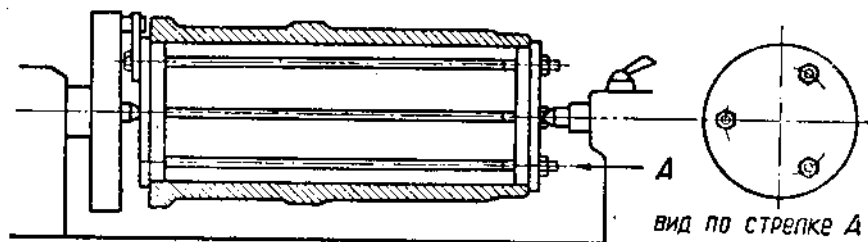


Рис. 293. Чистовая обточка втулки дизеля.

Дефекты литья (раковины и пр.), из-за которых приходится иногда всю отливку браковать, чаще имеют место на внутренней поверхности втулки чем на наружной, кроме того вредное влияние их здесь больше. Поэтому

¹⁾ Подробный разбор этого правила и другие примеры будут даны ниже в соответствующем месте курса,

с точки зрения своевременности распознавания брака предпочтительно первой производить черновую расточку.

Закрепление втулки при черновой обточке производится обыкновенно следующим образом: левый конец зажимается в патрон, а правый ставится

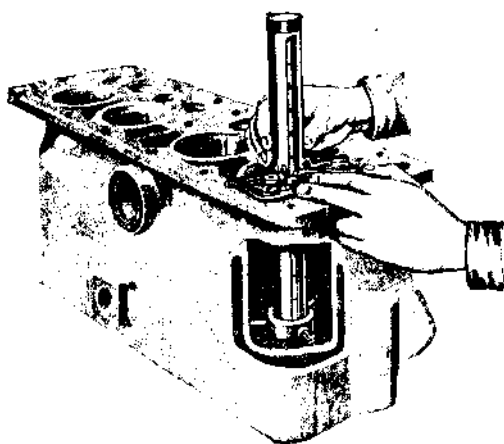


Рис. 294. Прибор для измерения цилиндров фирмы Barigaud & Magre.

на центр, который упирается в крестовину (рис. 290). Выверка производится при помощи болтов крестовины и кулачков планшайбы. Припуск на обработку больших втулок (500—700 мм внутренний диаметр) берется на сторону 10—15 мм, при меньших втулках соответственно меньше. На чистовую обточку оставляется 2—5 мм на сторону.

При указанном солидном закреплении, подачи можно брать большие. Для втулок 680 мм внутренним диаметром на заводе Русский Дизель успешно работали резцами вида при глубине резания до 15 мм с подачей 2 мм при скорости резания 40 м/мин. Станок был очень солидной конструкции.

Нужно заметить, что втулки льются из твердого *цилиндрического* чугуна и при пользовании самокальными резцами скорости резания при обдирке приходится брать умеренные—не свыше 12 м/мин., а часто значительно меньше. При отрезке прибыли обычно она на станке только надрезается, причем оставляется тонкая стенка. По снятии со станка прибыль отламывается при помощи клина и кувалды.

При черновой расточке закрепление обыкновенно производится при помощи укладки втулки на два *виблока* (призмы), имеющие насечку на губках, и притягивания ее к ним цепями.¹ Иногда вместо неподвижных виблов применяются подставки с регулировкой по высоте (завод Двигатель Революции, рис. 291). Такая система позволяет избежать подкладок. Припуск на обработку на внутренней поверхности делается меньше чем на наружной. Здесь важно сохранить твердый поверхностный слой металла.

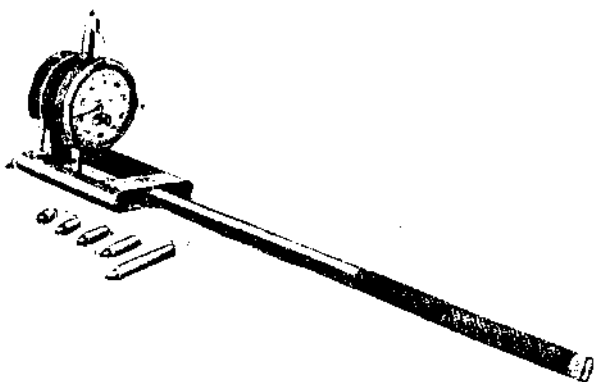


Рис. 295. Прибор для измерения цилиндра Цейс

¹) Закрепление на виблоках будет рассмотрено более подробно ниже, в главе о фрезеровке валов.

Для чистовой расточки втулки пользуются другими зажимами. Здесь необходимо заботиться о том, чтобы втулка не оказалась деформированной, а следовательно необходимо оказывать давление равномерно со всех сторон втулки. Поэтому обыкновенно зажимы устраиваются в форме половинчатых подшипников, растачиваемых на месте. Втулка, грубо обточенная снаружи, кладется на нижнюю часть такой опоры и притягивается крышкой.

На заводе Двигатель Революции для этой цели пользуются приспособлением, указанным на рис. 292. (Сравните с приспособлением для шлифовки на станке Микро, рис. 229.)

Кулачки здесь удобно регулируются на разные диаметры.

При чистовой обработке втулки, уже расточенной на окончательный размер, работа ведется на центрах, причем во втулку вставляются диски с центровыми закаленными пробками (иногда стягиваемые болтами). Заточки дисков точно равны внутреннему диаметру, и благодаря этому обеспечивается концентричность наружной поверхности с внутренней (рис. 293). При отсутствии уверенности в том, что все втулки имеют одинаковый внутренний диаметр, вместо дисков с цилиндрическими заточками применяют конусные диски. При работе с таковыми их легко поставить косо и поэтому необходимо проверять правильность вращения торцов дисков индикатором.

Говоря о методах обработки втулок дизелей, мы имели в виду обычное малосерийное и индивидуальное производство. При крупносерийном производстве мелких двигателей применимы другие приемы — близкие к практике автомобильного дела.

О методах отделки цилиндров было сказано выше (см. главы XII и XIII).

4. Методы измерения цилиндров.

Цилиндры малого диаметра (различные втулки) измеряются обычными *калибрами для отверстий*, которые были рассмотрены в главе III. Большие цилиндры обыкновенно обмеряются *стержневыми штихмассами*, описанными в той же главе.

Нужно сказать, что измерение этими штихмассами требует известного искусства, так как при малой опытности легко вместо диаметра измерить одну из хорд или расстояние между сколками по линии, хотя и проходящей через центр, но направленной перпендикулярно оси цилиндра. Для облег-

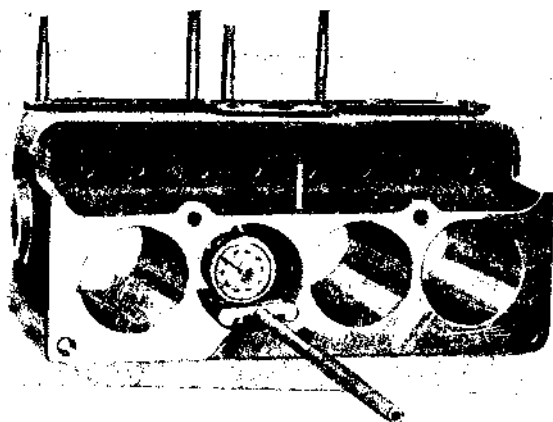


Рис. 296. Измерение цилиндра при помощи прибора Цейс.

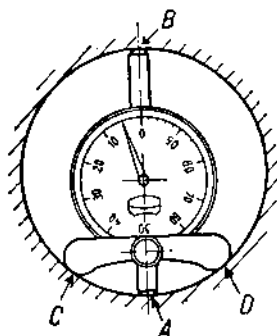


Рис. 297. Контактные точки прибора Цейс.

чения процесса измерения сконструировано много приборов, из которых мы опишем лишь два.

Рис. 294 показывает инструмент фирмы *Bagliquand Matre* (Париж), имеющий три контактных точки ¹⁾. Шкала, защищенная толстым стеклом, показывает диаметр цилиндра сразу, причем благодаря крупным делениям отсчеты можно делать с большим удобством. Двигая прибор вверх и вниз в направляющей, можно быстро обмерить цилиндр по всей длине. Изготавливаются эти приборы двух размеров: меньший для диаметров от 55 до 125 мм и больший от 90 до 200 мм.

Рис. 295 и 296 изображают прибор Цейса для диаметров 55—135 мм. Деления позволяют отсчитывать через 0,01 мм. Для того чтобы прибор занимал в цилиндре вполне определенное положение, служат направляющие *C* и *D* и противолежащий пружинный штифт *B* (см. рис. 297). Благодаря давлению сильной пружины прибор сам устанавливается так, что линия *A—B* точно располагается по диаметру. Штифт *A* индикатора имеет слабо нагруженную пружину, что увеличивает срок службы этого прибора. Установка на ноль производится при помощи мерного кольца.

Аналогичный прибор, пользующийся большой известностью, изготавливается фирмой *Старрет* (Америка).

¹⁾ Другой прибор с тремя контактными точками фирмы *Фортуна* был описан выше в главе III.

ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ.

СЕРИЙНОЕ И МАССОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО ЦИЛИНДРОВЫХ БЛОКОВ.

1. Общие замечания об обработке блоков автомобильных двигателей.

Выше мы рассмотрели несколько типичных планов обработки цилиндров, производящихся индивидуальным и малосерийным порядком. Теперь переходим к описанию методов, принятых при *массовой* фабрикации этих изделий. Развитие таких методов обязано главным образом развитию автомобильной промышленности и большая часть материала, ниже помещенного, относится именно к обработке блоков автомобилей.¹⁾

На ряду с собственно автомобильными моторами строятся легкие двигатели для тракторов, аэропланов, моторных лодок, подвижных электростанций и многих других назначений. Эти моторы отличаются друг от друга размерами, конструкцией и величиною спроса на них. В то время как моторы для легковых автомобилей изготавливаются некоторыми заводами в количествах, превышающих 1000 моторов в день, имеются двигатели, изготавливаемые малыми сериями с выпуском в несколько десятков машин в месяц. Кроме перечисленных типов легких двигателей производится много моторов тяжелого топлива малой мощности. Их выпуски никогда не достигают размеров выпусков автомобилей, но все же, в виду все растущего спроса на такие машины (сельское хозяйство, мелкая промышленность, рыболовные суда и т. д.), фирмы, их изготавливающие, вводят у себя много методов, заимствованных из массового производства. Кроме двигателей внутреннего сгорания имеется ряд других поршневых машин: мелкие паровые, компрессора для воздуха, холодильные машины и т. д., методы изготовления которых также при значительном выпуске могут получить характер если не массового, то крупносерийного производства.

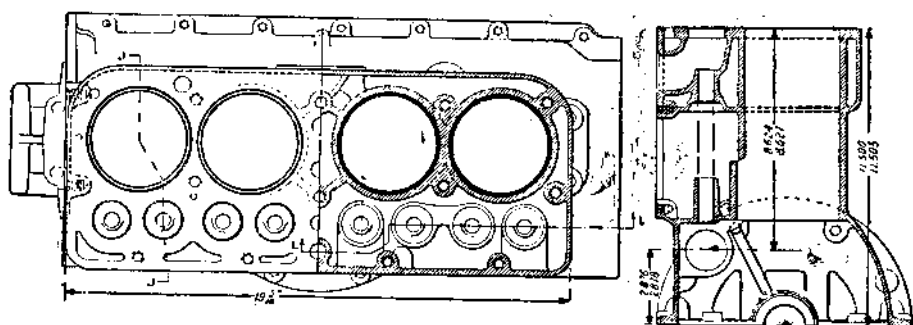
Автомобильная промышленность, прошедшая в короткий срок путь развития от индивидуального к серийному, от серийного к массовому и от массового к сверхмассовому производству, дает наибольшую возможность проследить зависимость методов производства от размеров выпуска. Те пути, которые прошла эта отрасль промышленности, придется пройти ряду производств других двигателей. Но методы автомобилестроения представляют интерес не только для строителя двигателей — многое может быть перенесено целиком в совершенно другие области машиностроения. Автомобиль содержит детали столь разнообразные, что для рационального их изготовления пришлось разработать не одну какую-нибудь область механической технологии, а весьма многие.

¹ Расточка крупных блоков (например двигателей Дизеля) производится обыкновенно на колонках, а обработка плоскостей — на строгальных станках.

В данной главе мы остановимся на производстве *цилиндровых блоков*. В настоящее время громадное большинство автомобильных и подобных машин (авиационные и мотоциклетные составляют исключение) имеют цилиндры, отлитые вместе в блоке.

Автомобильные моторы имеют обычно четыре, шесть или восемь цилиндров, причем в настоящее время наибольшее признание получил повидимому шестицилиндровый двигатель ¹⁾. Чаше всего блок отлит из чугуна двухстенчатым, с водяной рубашкой между стенками. Иногда он отливается отдельно от рабочих втулок, которые в этом случае запрессовываются в отливку. Такая конструкция применяется в более крупных двигателях (например тракторных) и позволяет замену втулки в случае ее повреждения от износа или от случайных причин (например лопание вследствие замерзания воды в трактере, оставленном на открытом воздухе).

При изготовлении блока из алюминия в него также запрессовываются втулки, в которых работают поршни.



тричность внутренней расточки с наружной поверхностью цилиндра (постоянную толщину стенки).

При изготовлении дорогих машин в сравнительно умеренных количествах допустима более сложная обработка, если таковая обуславливается требованиями осложненной конструкции. При производстве дешевых типов конструкция должна всецело приравниваться к требованиям мастерской — иначе машина не сможет конкурировать с продукцией других фирм.

Весьма важным условием является правильный выбор материала. Чугун, из которого отлит блок, должен обладать достаточной твердостью, чтобы противостоять износу. С другой стороны он не должен обрабатываться слишком трудно. Твердость по Бринеллю не есть показатель способности обрабатываться резцом: часто материалы более мягкие по Бринеллю режутся труднее чем более твердые. Поэтому подбор состава чугуна есть специальная задача для литейной, поставляющей отливки блоков.

Для облегчения обработки блоки часто протравливают кислотой перед обработкой. Другой метод состоит в отжиге отливок. Последняя операция впрочем преследует не столько облегчение механической обработки, сколько уменьшение литейных напряжений.

Существует два метода производства отжига отливок: в одних мастерских отливки отжигаются после черновой их обработки и до чистовой, в других операция отжига предшествует всем остальным. Несомненно, первый метод более действителен, так как отливка после снятия корки всегда имеет склонность деформироваться. Однако в автомобильной промышленности чаще применяют второй метод, так как включение отжига между механическими операциями затрудняет установление правильного потока изделий в мастерской. Обычно ограничиваются нагревом черной отливки в течение около 1 часа при температуре около 780°C и затем медленным ее охлаждением.

Освободиться от влияния литейных напряжений стремятся, разделяя операции черновые от чистовых. Первые стараются закончить в начале процесса, а последние относят на конец. В середине помещают второстепенные операции, не меняющие существенно формы изделия (фрезеровка разных приливов, сверление мелких отверстий и т. д.). В некоторых случаях отжиг заменяют вылеживанием на открытом воздухе в течение нескольких недель.

Возвращаясь к вопросу о зависимости методов обработки от размеров выпуска, укажем, что при малых масштабах производства обычно применяются универсальные станки обычных типов, снабженные приспособлениями. Чем больше выпуск, тем сложнее и совершеннее становятся эти приспособления. Наконец при известном масштабе производства применение универсальных станков становится нерациональным — их заменяют станками, специально построенными для данной операции. Приспособления в этом случае составляют часть самих станков и неотделимы от последних.

Таким образом, если наличие большого количества сложных приспособлений является обычно признаком установившегося крупно-серийного или массового производства, то для отраслей промышленности столь развитых, как автомобильная, мы замечаем переход уже в новую фазу развития, когда приспособления сокращаются в числе, заменяясь специальными станками. Приспособления на второстепенных операциях остаются пока как неизбежное зло. Цилиндровый блок является прекрасным примером для иллюстрации сказанного. Ниже мы разберем главные операции, из которых состоит его обработка, и сравним методы, применяемые при разных размерах производства. Кроме выбора оборудования размер выпуска влияет на систему орга-

низации производства. Чем больше выпуск, тем ближе производство приближается к чисто поточному. При малых выпусках непрерывный процесс может быть осуществлен лишь с большими ограничениями.

3. Подготовительные операции.

После отливки блок подвергается очистке пескоструйными аппаратами. При массовом производстве операция очистки включается в поток, причем конечно она производится в специально выгороженном помещении с хорошей вентиляцией. Рис. 299 показывает очистку блока, находящегося на роликовом транспортере.

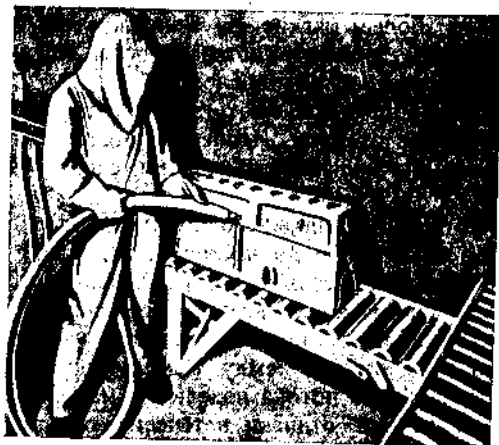


Рис. 299. Очистка блока на роликовом транспортере.

Далее следует протравка блока в кислоте с последующей его промывкой в воде и нейтрализующей щелочи.

Фирма Vauxhall применяет следующий процесс. В особом коридоре, примыкающем к складу материалов, помещается узкий бак длиной 29 м. Над баком, подвешенный к металлической конструкции, вдоль него, движется цепной транспортер с крючками, на которых вешаются блоки. Бак по длине состоит из трех отделений: в первом содержится раствор кислот, во втором проточная вода, а в третьем, подогреваемом паром, 10-процентный раствор соды (или

5-процентный безводной соды), нагретый почти до точки кипения. Во избежание разъедания первый бак сделан из дерева, выложенного листовым свинцом, а последний из железа. Отливки движутся, погруженные в жидкость со скоростью 3,5 м в час, и переходят из одного бака в другой. Рис. 300 показывает все устройство со стороны выхода.

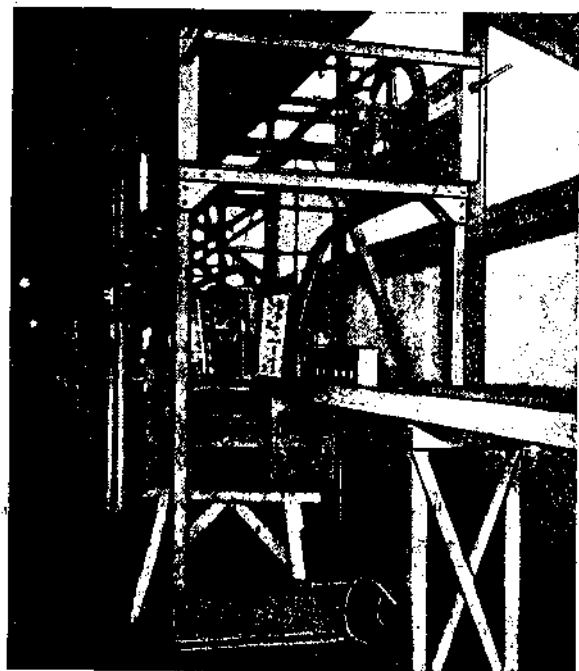
Фирма Моррис вместо подвешного транспортера применяет вращающееся колесо около 8 м в диаметре. Скорость на окружности 9 м в час. Блоки крепятся к колесу и увлекаются им в жидкость.

После травления и нейтрализации часто блок грунтуется. Эта операция производится путем пульверизации, причем блок может оставаться на транспортере. Вентилятор уносит пары. Рис. 301 показывает применение для этой цели аппарата Disco sealer. Загрунтованная отливка не только чище и приятнее в обращении, но и не ржавеет при соприкосновении с охлаждающей жидкостью.

К числу подготовительных операций можно отнести *испытание отливок на твердость*. Такое производится либо по методу Бринелля либо по Роквеллу. Это испытание часто включается в поток и производится без снятия отливок с конвейера. Испытание на твердость важно не только для суждения о качестве материала, но и для того, чтобы отделить особенно твердые отливки. Такие детали, попадая в общий поток, нарушают правильное его течение, затупляя инструмент и даже ломая его. Уместно собирать

такие отливки вместе и пропускать на пониженных скоростях. Хотя метод Роквелла (и Бринелля) не дает точного суждения о способности обрабатываться, но для сравнения отливок однородного состава он пригоден.

Транспорт блоков со склада и до первого станка производится обычно при помощи конвейера или роликовых транспортеров. Эти конвейеры и транспортеры часто используются как склад отливок перед обработкой и для экономии места располагаются в нескольких горизонтальных плоскостях. Интересна одна конструкция, в которой блоки поднимаются лифтом в верхний этаж, а оттуда опускаются по винтовому роликовому спуску, который является складом и транспортным средством.



4. Контроль отливок до обработки.

Кроме упомянутого контроля твердости, преследующего главным образом цель защиты настроенной линии станков от попадания особо твердых отливок, производится контроль *размеров отливки*.

Обычные методы разметки, применяемые в индивидуальном и малосерийном производствах, здесь неприменимы. Для массовой проверки служат специальные приспособления.

Цилиндрический блок представляет собой довольно сложную тонкостенную деталь, отливаемую к тому же с малыми припусками. Поэтому для получения полной уверенности, что со всех сторон имеется достаточный запас на обработку, необходимо произвести довольно значительное количество обмеров. Контроль отливок производится либо в механической до обработки, либо еще в литейной мастерской. В последнем случае избирается обратная транспортировка забракованных отливок, но с другой

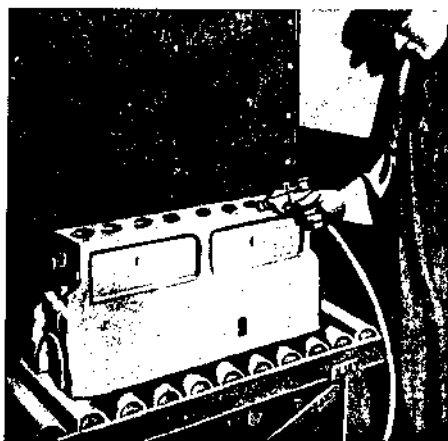


Рис. 301. Грунтовка блока.

Рис. 300. Травление блоков перед обработкой.

стороны осмотр, произведенный заинтересованной стороной, каковой является механическая мастерская, дает большую уверенность в получении надежных результатов.

Рис. 302 и 303 дают представление о приспособлении, применяемом фирмой Мармон. Контроль организован в литейной. Основой приспособления

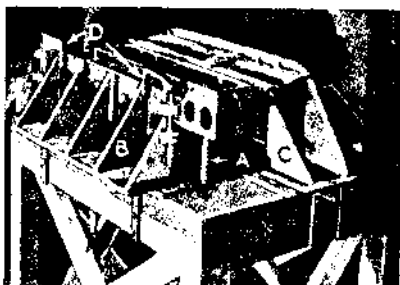


Рис. 302. Проверка размеров отливки блока до обработки.

является плита, на которой укреплены штыри *A*. Блок опирается на них своей верхней частью, а нижней ложится прямо на плиту. Угольник *B* может придвигаться к блоку, скользя между двумя планками, укрепленными на основной плите. В этом угольнике имеются отверстия, совпадающие с отверстиями цилиндров блока. Придвигая угольник, сразу можно видеть, какой припуск на обработку оставлен во всех цилиндрах. Он же своей верхней кромкой показывает размер припуска на обработку блока со стороны клапанов.

Поворотные рычаги *D* служат для проверки отливки со стороны клапанов снизу. Угольник *C*, будучи придвинут к отливке, показывает положение приливов для распределительного вала на ее торцах, а также припуск на нижней части, при определенном припуске на верхней, который обуславливается положением блока на плите.

Во избежание падения угольников при отодвигании их в крайнее внешнее положение к верстаку привернуты планки с отогнутыми концами. Наконечник угольник *E* (рис. 303) служит для определения правильности положения гнезд подшипников коленчатого вала, он расположен на той же плите, но с другой стороны.

Другое приспособление, применяемое фирмой Yellow Sleeve Valve Engine Co, показано на рис. 304. Оно накладывается на блок при помощи пневматического подъемника (тали) так, что его положение относительно линии вала и одного бока блока определено вполне.

Теперь планки *A* показывают положение приливов для распределительного вала и отверстий для вентилятора и помпы (планки имеются с обеих сторон блока). Планки в верхней части имеют на концах зубья *B* позволяющие отметить припуск на фрезеровку верха. Эти отметки определяют установку блока при фрезеровке.

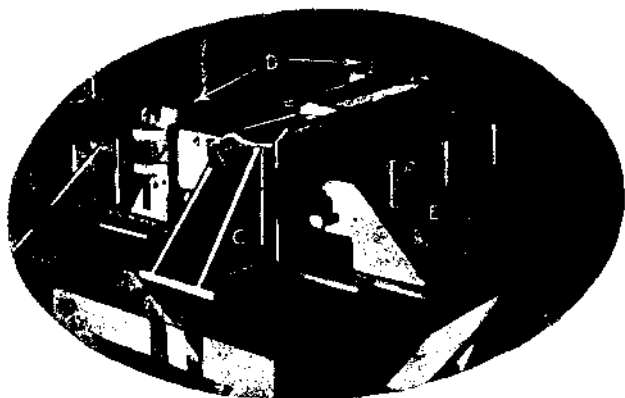


Рис. 303. Другой вид приспособления для проверки размеров отливки блока.

После описанных подготовительных операций и контроля отливка блока передается на первую станочную операцию, каковой обычно является фрезеровка или шлифовка.

Существенным вопросом является установка на первом станке.

Здесь необходимо считаться с тем, что первая обработанная плоскость послужит для установки на следующих станках и поэтому неверно произведенная первая операция повлечет за собой брак на одной из дальнейших. В целях получения более надежных результатов иногда вводится дополнительная операция — *фрезеровка опорных площадок*, имеющая целью дать надлежащую плоскость для установки на первой операции. Эта предварительная обработка не требует сильного зажима блока (так как снимается мало металла и можно работать с малой подачей и глубиной резания) и ее можно выполнить, не деформируя отливки. При последующей фрезеровке, устанавливая на обработанные площадки, легко хорошо укрепить блок, не опасаясь его перетянуть при затяжке крепления. Положение опорных площадок зависит от плана операций: иногда они фрезеруются на верхних поверхностях лап, иногда на боковой стороне блока, а в некоторых случаях на нижней поверхности отливки (место стыка с картером).

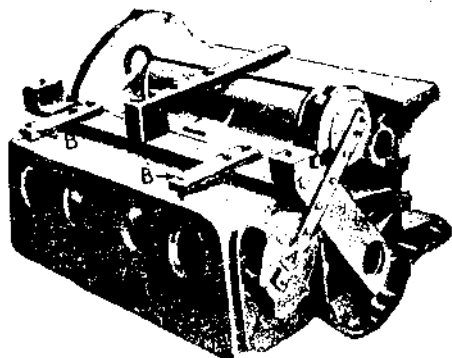


Рис. 301. Приспособление для проверки отливки блока фирмы Yellow Sleeve Valve Co.

5. Фрезеровка и шлифовка наружных поверхностей блока.

Блок обрабатывается снизу, в месте стыка с картером, сверху под крышку, с боков для присоединения выпускного трубопровода и разных вспомогательных деталей и с обоих торцов. Таким образом обработке подлежит 6 сторон.

Кроме того фрезеруются замки гнезд подшипников коленчатого вала.

Перечисленные операции, кроме последней, могут производиться как на фрезерных, так и на шлифовальных станках. Применяются оба метода. Припуски на обработку как при фрезеровке, так и при шлифовке берутся в пределах 3—6 мм в зависимости от размера блока и качества работы литейной. Можно было бы ожидать при работе на шлифовальных станках значительно меньших припусков, чем при работе на фрезерных, но на самом деле этого не наблюдается.

Наименьший допустимый размер припуска ограничивается двумя факторами:

1. Припуск должен быть таков, чтобы при неизбежных колебаниях в размерах отливок все же оставался материал на обработку всех поверхностей.

2. При обработке режущими инструментами слишком малый припуск ведет к тому, что резец работает по корке и быстро тупится. Нужно сказать, что, принимая известные предосторожности при отливке, отжиг перед обработкой и, наконец, травление в кислоте можно сильно ослабить влияние корки, чем и объясняется возможность применения тех малых припусков, которые приведены выше.

С другой стороны сложная форма отливки не позволяет идти в сто-

рону их еще большего снижения из опасения повышения количества брака из-за недостатка материала в местах обработки.

Между тем выгоды от применения шлифования растут по мере уменьшения припуска, так как шлифовальный круг не боится работы по корке. При припусках 3—6 мм, как показывает опыт ряда заводов, шлифование не дает выигрыша во времени по сравнению с фрезеровкой. Однако применение этого метода все же имеет значительное распространение (особенно в Англии) на производствах среднего масштаба, уступаая место фрезеровке при больших выпусках. Малые времена обработки, достигнутые на больших заводах, объясняются применением специальных станков, которые исполняются пока лишь в виде фрезерных.

В дальнейшем, если явится возможность лить с еще меньшими припусками, положение может измениться в сторону благоприятную для шлифовальных станков ¹⁾.

В зависимости от масштаба производства применяются следующие методы обработки упомянутых выше поверхностей.

а) При *самых малых выпусках* (случайные партии) фрезеровка на солидном одношпиндельном вертикальном или горизонтальном станке стандартного типа. Все поверхности обрабатываются последовательно одна за другой. На столе станка достаточной длины можно поставить вдоль два блока и тем сократить время на установку.

б) При *больших выпусках*, оправдывающих постановку специального оборудования, применяются продольно-фрезерные станки с несколькими шпинделями, фрезерные станки с большим круглым столом для непрерывного фрезерования или мощные плоско-шлифовальные с прямолинейно движущимся или круглым столом.

в) При *чисто массовом производстве* ставятся специальные многошпиндельные станки барабанного типа.

Скорости и подачи при фрезеровании плоскостей чугуновых блоков фрезерами из быстрорежущей стали таковы:

Скорость резания обычно 12—18 м/мин.

Подача 50—200 мм в мин.

Дальнейшие данные о режиме работы приводим ниже при рассмотрении отдельных примеров.

Применение стеллитовых резцов, а в последнее время резцов витиа и карболоя, позволяет увеличить скорости резания ²⁾. При чистовой обработке скорости и подачи обычно несколько выше чем при черновой. Припуски на чистовую стружку при фрезеровке оставляются обычно 0,6—0,8 мм.

Во многих случаях черновая фрезеровка производится одновременно с чистовой на станках, имеющих для этого два комплекта шпинделей. Однако при этом нет гарантии в том, что отливку не поведет при дальнейшей обработке, и часто в конце процесса вводятся дополнительные операции по

¹⁾ Заметим здесь, что введение в обиход мастерских новых режущих сплавов из карбида вольфрама (видиа, карболоя и др.) лишает шлифовальный процесс монополии при работе по корке. Эти резцы прекрасно обрабатывают весьма твердые поверхности. Таким образом и при малых припусках работа фрезером не исключается.

²⁾ Ряд примеров обработки резцами из твердых сплавов приведен в книге Соколовского и Оглоблина — Видиа и другие быстрорежущие металлы, Госиздат, 1931.

отделке основных плоскостей. Другие фирмы строго разграничивают черновую обработку от чистовой, производя первую в начале процесса, а вторую в конце.

6. Типы специальных фрезерных станков для обработки блоков цилиндров.

Для данной цели имеется ряд специальных станков, из которых некоторые являются видоизменениями стандартных типов, а другие стоят лишь для отдельных операций по фрезеровке блоков. Опишем наиболее типичные конструкции.

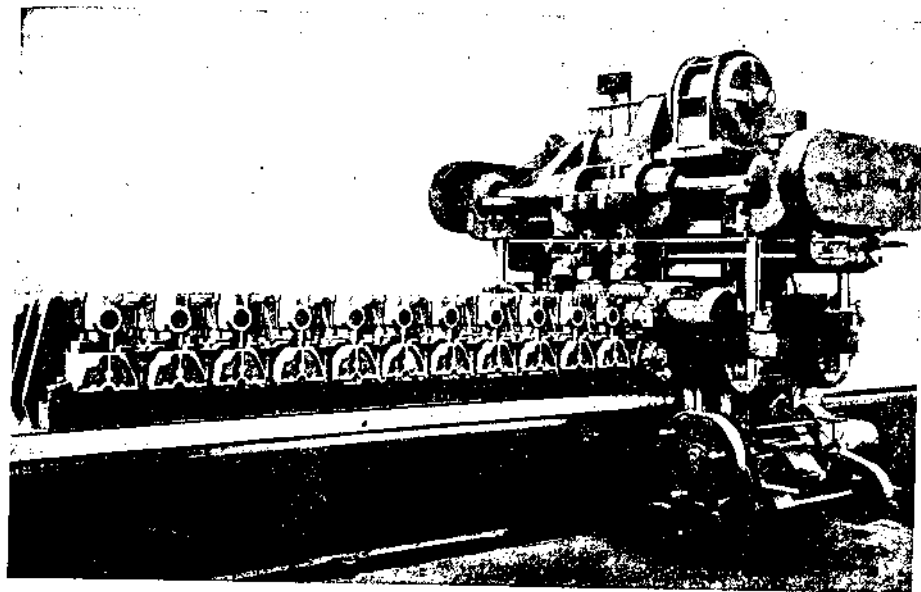


Рис. 305. Специальный продольно-фрезерный станок Ингерсолль.

А. Продольно-фрезерные станки Ингерсолль. Станок (рис. 305, 306, 307) показан во время обработки цилиндрических блоков. За одну установку блок фрезеруется начерно и начисто сверху и с боков. Стол имеет длину 6 м и на него одновременно устанавливается 16 блоков, для чего сконструировано специальное приспособление, показанное на рисунках (обратите внимание на то, что с каждой стороны блока имеется один прижим). Рис. 305 показывает вид машины спереди и находящиеся в работе 4 фрезера, снимающие обдирочную стружку. Два из них сидят на вертикальных, а два на горизонтальных шпинделях. Еще два фрезера с горизонтальной осью не видны на фотографии, так как они заслонены отливками.

С задней стороны станка (рис. 307) работают отделочные фрезера, которые также расположены как на горизонтальных, так и на вертикальных осях. Следует обратить внимание на верхний фрезер диаметром 500 мм.

Верхняя плоскость, как мы видели, обдирается двумя фрезерами меньшего диаметра, а зачищается одним большим. Такой метод работы приме-

няется часто. Малые фрезера стоят дешевле, легче и удобнее точатся и кроме того нагружают шпиндель меньшим крутящим моментом, чем боль-

шие (при одной и той же стружке).

Зато два рядом идущие фрезера не могут быть установлены на совершенно одинаковой высоте и в результате поверхность будет иметь небольшой уступ, который можно уменьшить точной установкой фрезеров, но совершенно устранить нельзя.

Чтобы избавиться от уступа, надо всю поверхность пройти одним фрезером, но при малом его диаметре для этого пришлось бы

обработать поверхность во время двух ходов стола, что свело бы к нулю все преимущества специального станка. Применяя большой фрезер, с диа-

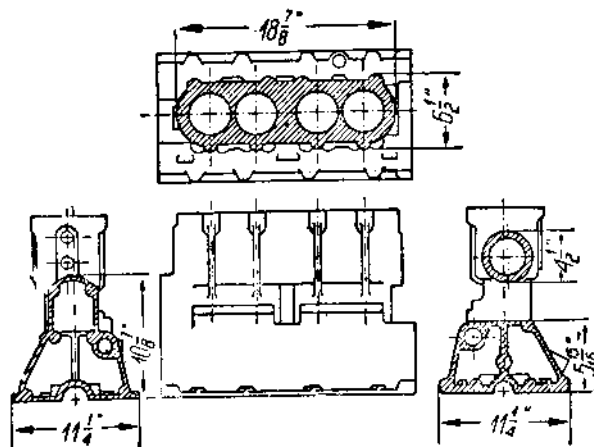


Рис. 306. Блок, обработанный на станке Ингерталль (по рис. 305). Места обработки заштрихованы.

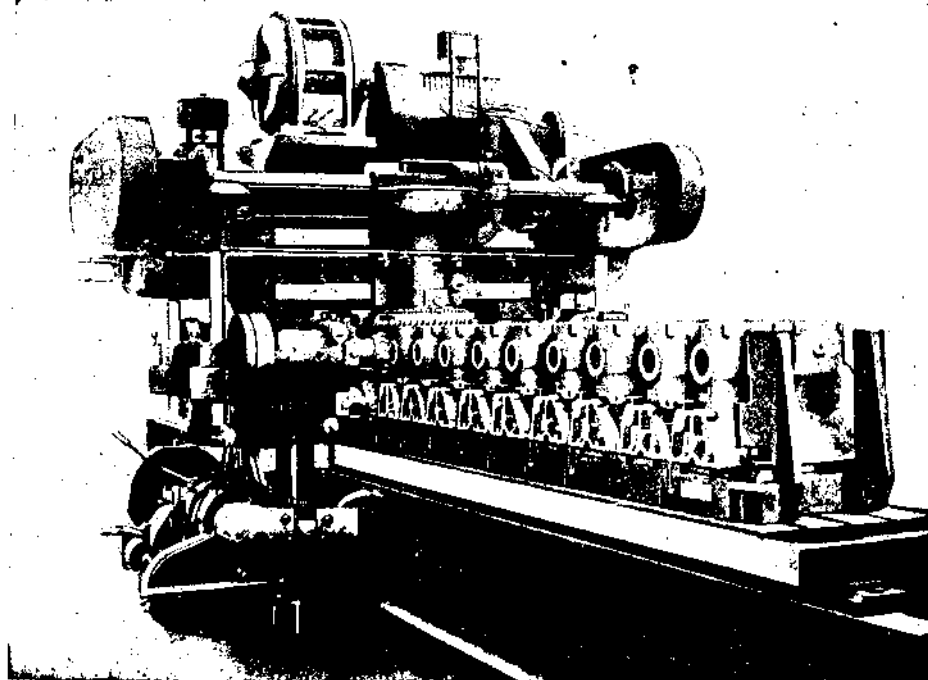


Рис. 307. Другой вид продольно-фрезерного станка Ингерталль.

метром, превышающим ширину верхней плоскости, мы можем обработать ее в один проход стола, не получая в то же время никакого уступа. С другой стороны отрицательные стороны работы большими фрезерами при снятии чистовой стружки сказываются значительно слабее чем при обдирке.

Чистовые фрезера вступают в действие лишь после того, как черновые уже сошли с изделия.

Станок, как видно, имеет общую конструкцию обычного продольно-фрезерного станка, но отличается от последнего расположением фрезерных головок, а также тем, что верхняя поперечина сделана неподвижной в отличие от передвигающейся вверх и вниз поперечины стандартных станков этого типа.

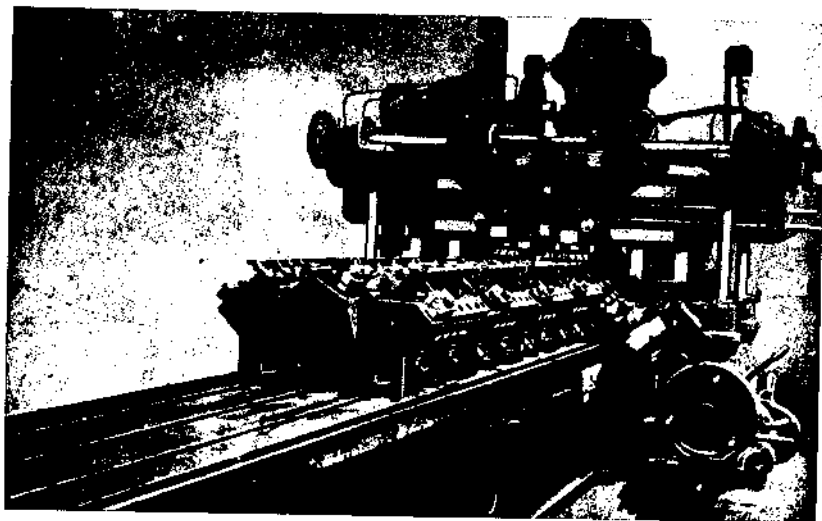


Рис. 308. Продольно-фрезерный станок Ингерсолль с наклонными головками.

Работа за один проход стола последовательно черновыми и чистовыми фрезерами теперь часто применяется и сильно сокращает общее время обработки.

Те поверхности, где не требуется точности, достаточно пройти одним фрезером, и тогда соответственный ему чистовой фрезер на задней стороне станка отсутствует.

Данные станки строятся для специальных операций, причем станкостроительный завод разрабатывает тип фрезерных головок, применяясь к чертежу детали, присылаемому заказчиком. В случае изменения конструкции детали приходится переделывать фрезерные головки или заменять их другими, предполагая, что размеры станка позволяют обработать новую деталь.

Расположение фрезерных головок бывает очень различно.

Рис. 308 и 309 показывают наклонные направленные снизу вверх боковые головки, обрабатывающие восьмицилиндровый блок, состоящий из двух половин, имеющих стык в вертикальной плоскости.

Рис. 310 показывает правую половину блока. Места фрезеровки заштрихованы. Как видно, на столе установлено шесть приспособлений, на

которых каждое держит две половинки (правую и левую) блока. Таким образом обрабатываются шесть блоков по верху цилиндров и в местах стыков. На обычных станках пришлось бы работу вести в две установки.

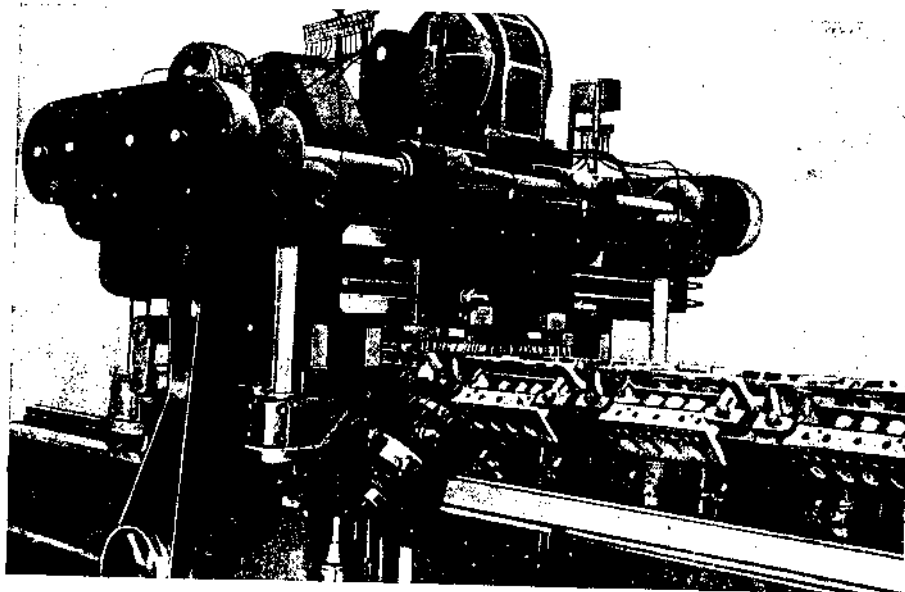


Рис. 309. Другой вид станка по рис. 308.

Рис. 311 показывает пример обработки на том же станке блоков по плану обработки, отличному от плана рис. 305--307. Здесь за один проход производится сразу две операции: слева на рисунке видны шесть блоков,

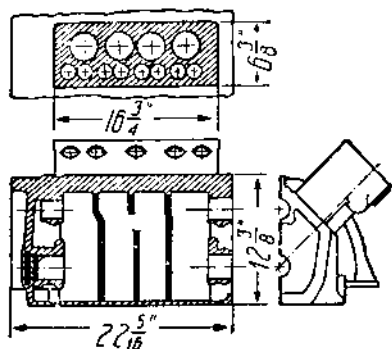


Рис. 310. Блок, обрабатываемый на станке рис. 308.

поставленных в ряд, на которых обрабатывается нижняя плоскость начерно двумя меньшими фрезерами спереди и начисто одним большим сзади станка. Справа стоят шесть блоков, на которых производится обработка верха и бока со стороны выпускного трубопровода. Таким образом за один проход стола шесть блоков оказываются вполне обработанными в две операции. Такой метод позволяет использовать преимущества специального станка при умеренном выпуске. При увеличении программы можно разделить операции, устанавливая второй станок. Это предусмотрено при конструировании приспособлений, которые сделаны отдельно

для первой и второй операции. При постановке второго станка на каждом будет находиться два ряда приспособлений одного рода.

Для сравнения с показанными специальными типами приводим фотографию стандартного продольно-фрезерного станка той же фирмы Ингерсолль

с двумя горизонтальными и двумя вертикальными шпинделями (рис. 312). Шпинделя при желании исполняются поворотными. Каждый шпиндель имеет установку в продольном направлении в пределах 150 мм (такая установка имеется и у специальных станков). Поперечина перемещается вверх и вниз.

Б. Вертикальные станки для непрерывного фрезерования. Метод непрерывного фрезерования на вертикально-фрезерных станках с круглым столом довольно широко применяется в массовом производстве. По окружности большого круга стола размещены приспособления

для закрепления изделий. Центр стола сдвинут относительно оси шпинделя так, что фрезер при своем вращении обрабатывает поверхность одного из изделий. Сообщая столу медленное вращение, мы одновременно сообщаем

изделиям круговую подачу. В результате полного поворота стола все изделия, на нем закрепленные, оказываются обработанными. В виду того, что стол вращается медленно, у рабочего остается достаточно времени, для того чтобы на ходу снимать обработанные изделия и ставить новые. Часто это даже не занимает у него всего времени и рабочий может совмещать данную работу с какой-либо другой. Станок не останавливается, и при надлежащем расположении изделий (без пропусков) резание происходит непрерывно. Поэтому операция называется *непрерыв-*

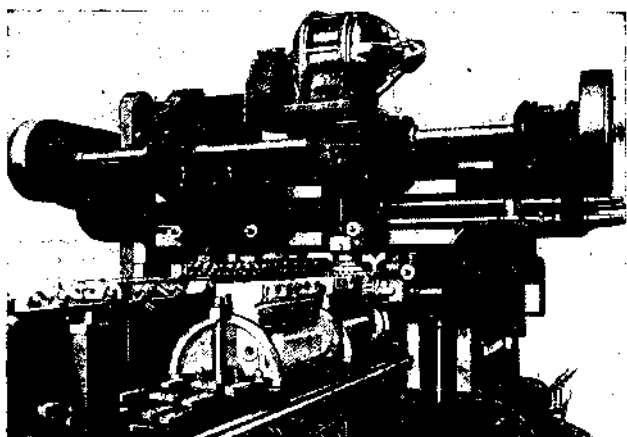


Рис. 311. Производство двух операций одновременно на станке Ингерсолль.

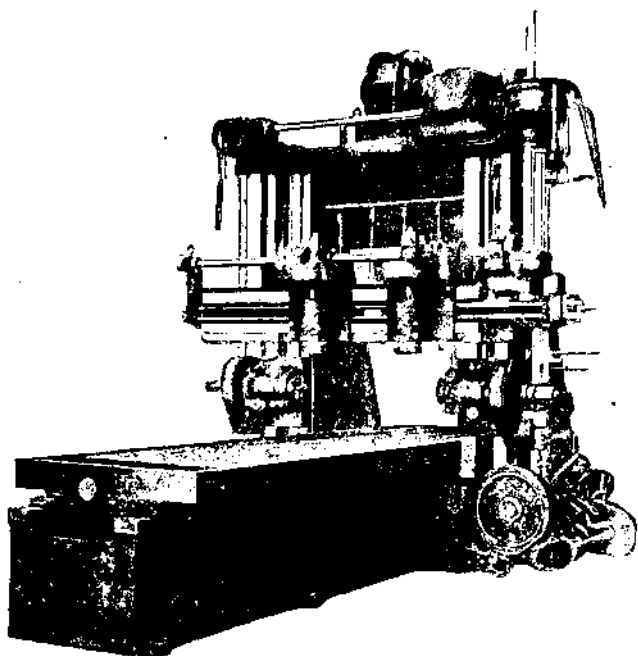


Рис. 312. Стандартный продольно-фрезерный станок Ингерсолль.

ным фрезерованием. При таком методе работы получается наилучшее использование станка и процент машинного времени к полному времени операции

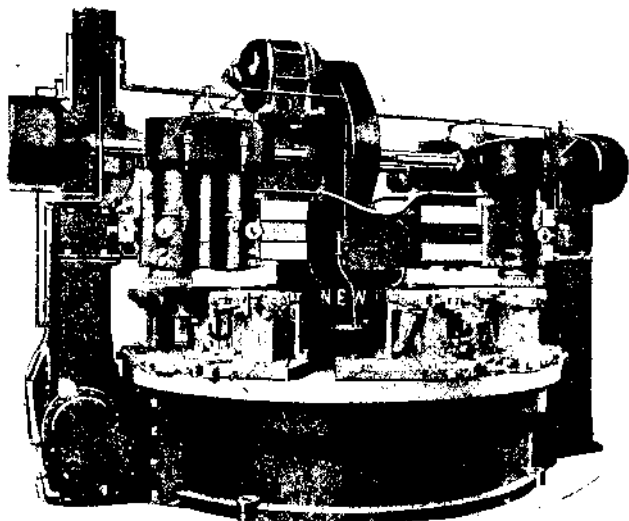


Рис. 313 Станок Ньютон для непрерывного фрезерования.

может доходить до 100. Единственные остановки, которые неизбежны здесь, вызываются сменой инструмента, необходимостью осмотра и чистки станка, перешивкой ремней и т. д. При надлежащем уходе за станком и умеренных скоростях резания все перечисленные остановки занимают ничтожное время в течение рабочего дня и создается впечатление действительно совершенно непрерывного резания.

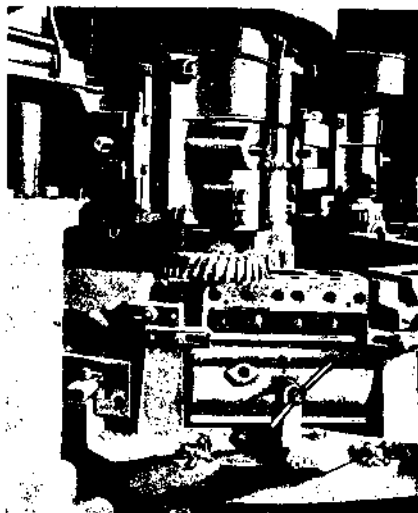


Рис. 314. Фрезеровка блока на станке Ньютон.

Операция может производиться на любом вертикально фрезерном станке, имеющем круглый стол с самоходным вращением. Однако малые диаметры таких столов позволяют устанавливать на них только малые изделия. Поэтому для непрерывного фрезерования нормальные станки снабжаются круглыми столами увеличенного диаметра, причем эти столы ставятся прямо на поперечные салазки. Станок не имеет никаких самоходов кроме круг. вого. Центр стола может вручную устанавливаться на разные расстояния относительно оси шпинделя.

При обработке лапок электромоторов на заводе Электросила на таком станке (Рейнекера) получались следующие условия резания и соотношения времен;

Скорость резания 9,3 м/мин.
 Подача 27 мм/мин.

Твердость чугуна по Бринеллю 180. Диаметр фрезера 270 мм с 12 вставными зубцами 20×20 мм. Фрезер типа Ингерсолль. Время, в течение которого изделие обрабатывается, равно 10 мин. На столе стоят одновременно 6 корпусов. Рабочий регулярно через каждые 23,6 мин. снимает три отфрезерованных и ставит три новых корпуса, затрачивая каждый раз 6,4 мин. Таким образом в течение каждого часа рабочий занят 12,8 мин., а остальные 47,2 мин. свободен, т. е. в течение часа имеет два свободных промежутка по 23,6 мин. каждый.

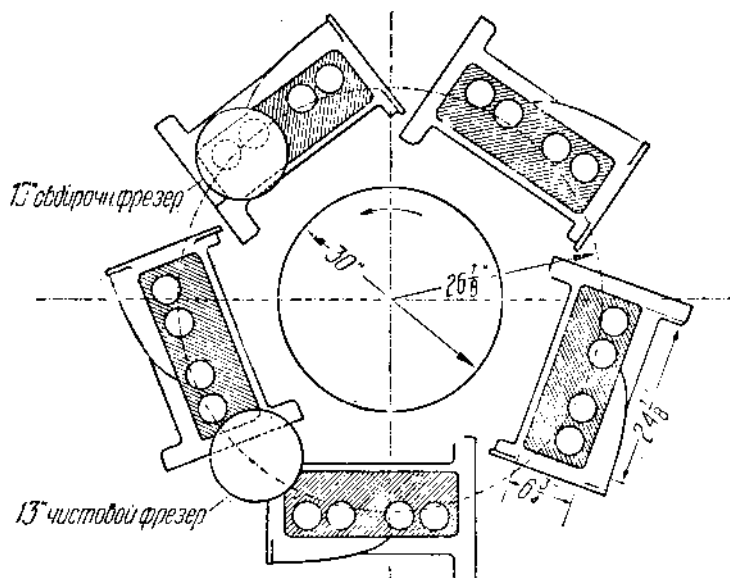


Рис. 315. Определение производительности станка при непрерывном фрезеровании.

Все приведенные подсчеты сделаны на основании точного хронометража. В течение 8-часового рабочего дня станок давал 48 корпусов—количество, которое и требовалось в это время. Благодаря низкой скорости резания и малой подаче фрезер стоял весьма долго, обрабатывая между заточками до 600 корпусов. Таким образом смена фрезера для заточки требовалась раз в две недели. Станок работал как часовой механизм и мог служить регулятором работы ленты (производство электромоторов было поставлено по поточному принципу). При увеличенном выпуске было бы возможно увеличить как скорость так и подачу, мирясь с более частой сменой инструмента. Работа получалась исключительно дешевая, так как рабочий оплачивался лишь за фактически затрачиваемое время, остальную часть своего заработка он получал за другую работу.

Возвращаясь к обработке блоков автомобилей, мы видим весьма частое использование описанного метода. Ряд заводов строит специальные станки вертикального типа для обработки блоков. Эти станки имеют часто два

шпинделя, причем поверхности могут обрабатываться сначала начерно, а затем начисто.

Рис. 313 показывает подобный станок фирмы Ньютон с двумя шпинделями.

Рис. 314 иллюстрирует обработку на нем цилиндрического блока. Производительность 256 отливок за 8 часов.

Рис. 315 показывает эскиз, служащий для определения производительности станка. Для получения такой схемы

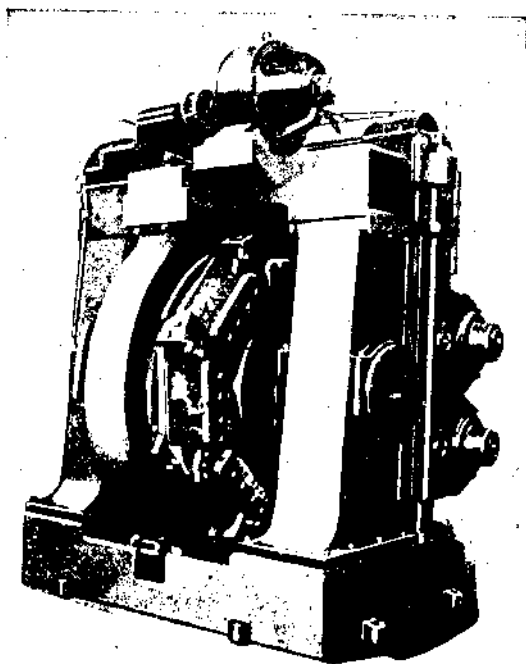


Рис. 316. Фрезерный станок барабанного типа.

сначала располагают изделия по кругу, учитывая место для помещения крепительных планок и приспособлений. Этим определяется диаметр стола. Затем вычерчивается круг, изображающий схематически фрезер, и определяется диаметр последнего так, чтобы все изделие оказалось обработанным. Зная положение центра шпинделя, определяют диаметр приложения усилия и по нему на основании практических данных величину подачи. Последняя, кроме того, естественно зависит от рода фрезеруемого материала, от толщины стенок отливок и solidity закрепления изделия. Теперь можно определить время, которым мы располагаем для установки и снятия изделия. Если оно окажется слишком малым, то придется увеличить диаметр стола и соответственно число одновременно устанавливаемых изделий¹⁾.

Некоторые другие исполнения подобных машин мы покажем ниже на примерах.

При столах очень больших диаметров и нескольких рабочих фрезерах иногда удастся сделать несколько загрузочных и разгрузочных станций. В таких случаях часто станок обслуживается несколькими рабочими.

В. Станки барабанного типа для непрерывного фрезерования и некоторые другие специальные конструкции. Тот же принцип непрерывного фрезерования осуществляется в станках другого типа, называемых по американской терминологии *барабанными* (Drum Type Continuous Milling Machine).

Рис. 316 показывает станок такого типа фирмы Ингерсолль.

Тяжелый барабан медленно вращается на горизонтальной оси — и изделия, на нем закрепляемые, проходят между фрезерами. Таких фрезеров может быть несколько, из которых часть производит обдирку, а остальные зачистку,

¹⁾ Описанная схема применяется фирмой Ньютон.

Рис. 317 показывает расположение фрезеров на барабанном станке Ньютон при обработке торцов цилиндрических блоков. Блоки ставятся и снимаются на ходу станка. Производительность 360 блоков за 8 часов. Конструкция барабанов бывает весьма различна в зависимости от назначения машины.

Кроме описанных имеется много других еще более специальных фрезерных станков, применяемых для фрезеровки различных поверхностей блоков автомобиля. Рис. 318 показывает специальный станок Ньютон для круглой фрезеровки (взамен расточки) углубления для маховика. Картер с расточенными гнездами для подшипников вала ставится на вертикальную оправку,

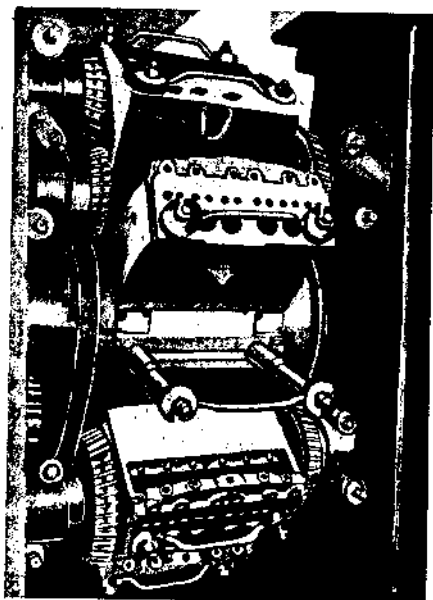


Рис. 317. Расположение фрезеров на барабанном станке фирмы Ньютон.

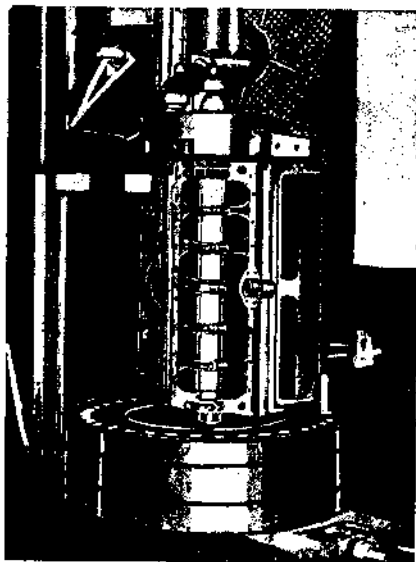


Рис. 318. Специальный станок Ньютон для фрезеровки углубления для маховика.

укрепленную на столе вертикально-фрезерного станка. Этим блок строго центрируется. При вращении стола фрезер обрабатывает углубление кругом. Производительность 300 блоков на 8 часов.

Рис. 319 показывает фрезерный станок фирмы Ньютон планетарного типа, построенный по тому же принципу, как и планетарно-шлифовальные станки. Барабан, в котором укреплены два фрезерных шпинделя, медленно вращается, увлекая в то же вращение и фрезер. Этим достигается движение подачи. Рабочее движение имеют сами фрезера. Станок пригоден для расточки и облицовки неглубоких отверстий большого диаметра, как например углубление для маховика в торце картера и т. д. Здесь же с удобством могут обрабатываться всякие фланцы на тройниках, коленах и т. д. Во многих случаях эти станки могут оказаться удобнее и производительнее чем расточные, с которыми они конкурируют.

Этими примерами мы ограничимся. Заметим, что описанные станки были сконструированы для обслуживания автомобильной промышленности, но

с малыми измерениями они могут быть полезны и в целом ряде других производств—езде, где размеры выпуска позволяют применять столь специальное оборудование.

7. Примеры фрезерных и шлифовальных операций.

Приводим несколько примеров фрезерных и шлифовальных операций над автомобильными блоками. Они почти всегда являются первыми по порядку механическими операциями. Наиболее часто встречающийся план состоит в том, что прежде всего обрабатывают нижнюю плоскость (место стыка с картером или поддоном для масла), причем одновременно могут обрабатываться и другие плоскости.

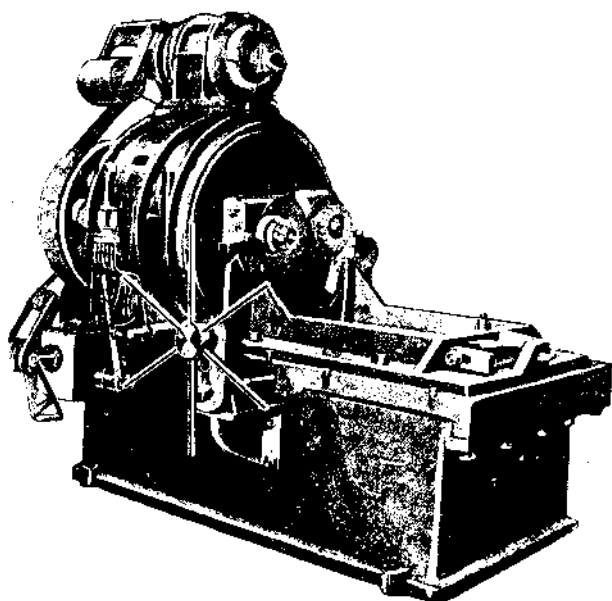


Рис. 319. Фрезерный станок планетарного типа.

Эта нижняя плоскость служит базой для всех дальнейших операций. Далее сверлятся и развешиваются два отверстия на противоположных сторонах нижнего фланца, которые, будучи надеты на контрольные шпильки, ввернутые в опорные плоскости приспособлений, совершенно точно определяют положение блока в этих приспособлениях.

Вслед за сверлением упомянутых двух отверстий идут операции по фрезеровке остальных плоскостей блока, расточка цилиндров, сверление всех отверстий, обработка гнезд подшипников и т. д.

Рис. 320 показывает фрезеровку блоков Pierce-Arrow. Обработка и за, верха и боков производится на одном и том же станке. На круглом столе станка фирмы Ньютон (подобного описанному выше) приспособления установлены в такой последова-

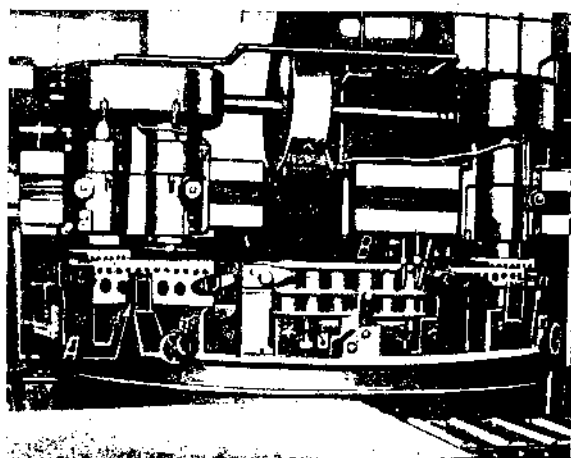


Рис. 320. Фрезеровка блоков Pierce-Arrow.

тельности, что блок поочередно проходит все операции, если его переключать из одного приспособления в другое. Благодаря этому даже при сравнительно небольшом выпуске (50 шт. в день) является возможным использовать выгоды специального станка. Все приспособления сделаны так, что они могут быть установлены для производства как черновой так и чистовой фрезеровки. Благодаря этому станок оказывается достаточно загруженным¹⁾. На рис. 320 буквой А обозначены прижимы, которые могут откидываться в сторону, чтобы не пришлось поднимать блок при перемещении его с роликового транспортера (виден на рисунке) на стол станка и обратно. В обозначены ключи для заворачивания прижимных болтов. Описанный прием—один из ряда примененных фирмой *Pierce-Agnew* для того, чтобы повысить коэффициент использования специального оборудования.

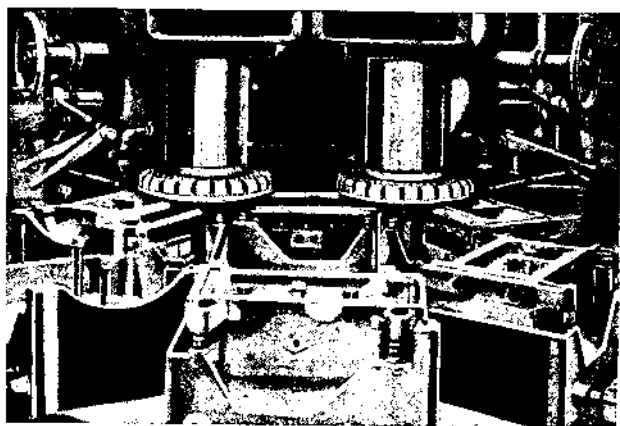


Рис. 321. Фрезеровка нижней поверхности блока Моррис.

При постановке производства нового типа автомобилей фирма решила, несмотря на небольшой выпуск поставить обработку так, чтобы на одном станке делались только такие операции, которые не требуют перемены приспособлений. Всякая смена приспособлений на станке требует времени и не может производиться после каждого обработанного изделия. Отсюда необходимость работы партиями, с перенастройкой станков лишь после обработки всей партии. Такой метод, сопровождаемый накоплением изделий у станков, в корне противоречит поточной организации производства. В данном случае организаторы этого завода предпочли иметь даже незагруженное оборудование, полагая,

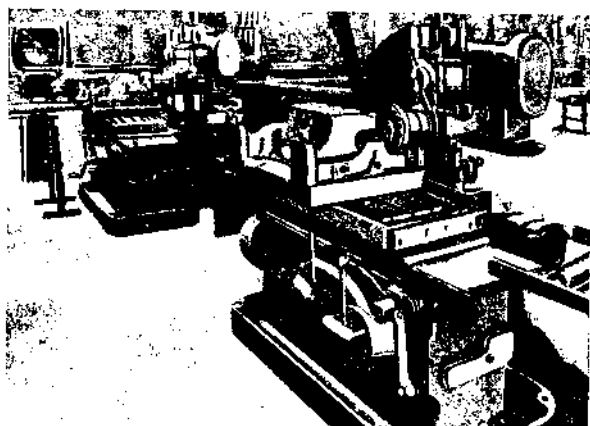


Рис. 322. Фрезеровка боковой поверхности блока Моррис.

речит поточной организации производства. В данном случае организаторы этого завода предпочли иметь даже незагруженное оборудование, полагая,

¹⁾ Та же идея была проведена в более упрощенном виде в операции, изображенной выше на рис. 311.

что укоренившееся мнение о том, что неполная загрузка станков является дефектом планирования, не всегда обосновано. Выбирая из двух зол меньшее, они предпочли допустить в некоторых случаях скорее простой станка, чем постоянную перенастройку его. Естественно конечно, что было сделано все возможное для уменьшения простоев станков. Нужно заметить, что такое исключительное внимание, которое было уделено строгому проведению указанного принципа, вызвано не только желанием сэкономить на времени механической обработки, но в неменьшей степени убеждением в том, что частая перестройка станков легко ведет к потере точности и в дальнейшем к

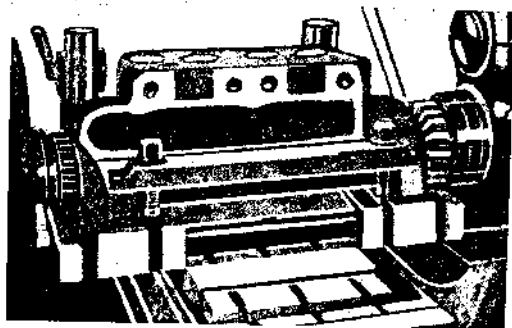


Рис. 323. Фрезеровка торцов блока Моррис.

большим дополнительным издержкам в сборочной.

Рис. 321 показывает фрезеровку нижней поверхности блока мотора фирмы Моррис на вертикальном станке с круглым столом. На столе стоят шесть приспособлений, в которых блоки поставлены нижней поверхностью вверх. Они опираются своими лапами на 4 штифта, причем лапа становится обработанным местом. Эти площадки на лапах фрезеруются предва-

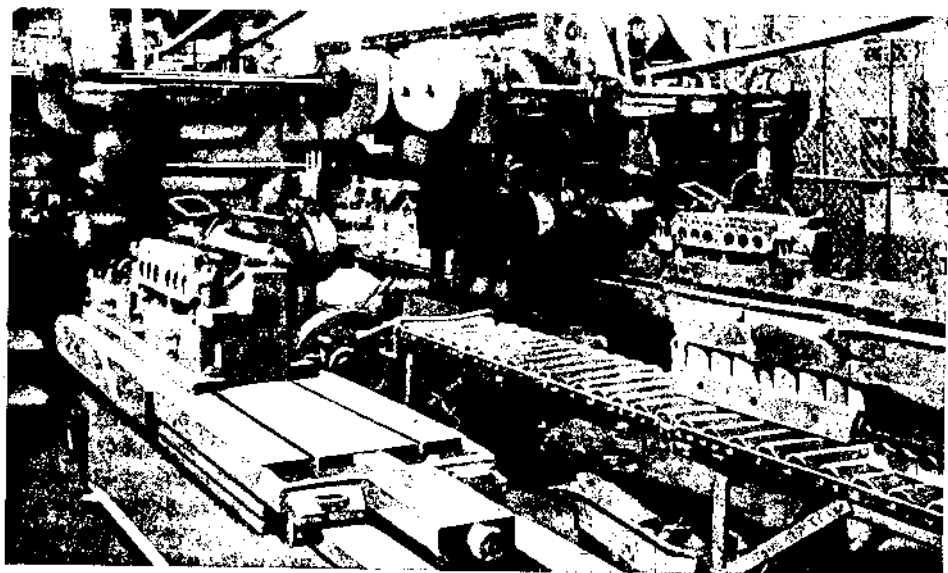


Рис. 324. Фрезеровка блоков на продольно-фрезерных станках.

рительно в особую операцию, вслед за которой сверлятся 4 отверстия по одному в каждой лапе. Так как при фрезеровке площадок на лапах обращается внимание на надлежащее положение их относительно других плоскостей блока (что достигается применением довольно сложного приспособ-

ления), то достаточный припуск на обработку обеспечивается сам собой и при установке блока в приспособление (рис. 321) автоматически получается припуск около 6 мм. В виду слабости лап, во избежание обламывания их, при случайно ненормально большом нажиме фрезера вниз, опорные штифты сделаны пружинные. Для закрепления блока в горизонтальной плоскости две противоположные лапы прижимаются нажимными болтиками к поворотным упорам. Фрезера 600 мм диаметром. Загрузка блока в приспособления совершается при помощи подвесной кошки.

Дальнейшие фрезерные операции над блоком Моррис следующие.

Верхняя плоскость обрабатывается на таком же стояке при помощи фрезеров диаметром 400 мм.

Боковая сторона блока (иде клапана) фрезеруется на горизонтально-фрезерном станке (рис. 322). Установка в обоих случаях на нижнюю уже профрезерованную плоскость и контрольные штифты, входящие в упомянутые дыры в лапах.

Наконец торцовые плоскости обрабатываются на специальном двустороннем станке (рис. 323); установка такая же, как и в предыдущих операциях.

Подобные же комбинации станков для непрерывного фрезерования с круглым столом и других типов фрезерных применяются и другими фирмами, причем часто используются продольно-фрезерные станки.

Многие фирмы первые основные фрезерные операции производят на продольно-фрезерных станках.

Рис. 324 показывает два продольно-фрезерных станка, занятые одной и той же операцией, на которых одновременно обрабатываются верх, низ, боковая поверхность и гнезда подшипников колеччатого вала. Блок опирается на три опорных штифта тремя ранее профрезерованными опорными площадками А (рис. 325). Кроме того блоки поддерживаются домкратами во избежание прогиба от давления фрезера. Фрезера, обрабатывающие гнезда подшипников, находятся на другой стороне машины и на рисунке не видны. Торцы блока в данном случае обрабатываются на станке барабанного типа.

На заводе Форда (в Ирландии) масштаб производства был сравнительно невелик. Фрезеровка производилась на продольно-фрезерном станке, причем на одном станке исполнялись две операции: фрезеровка низа и гнезд подшипников при установке в одном ряду и фрезеровка верха и боков в другом. На передней стороне станка работают фрезера с горизонтальной осью, а на задней с вертикальными осями.

Рис. 326 показывает приспособление для закрепления блока на этом станке. В первую операцию (правая сторона приспособления) блоки ставятся в перевернутом виде и закрепляются в поперечном направлении одно-

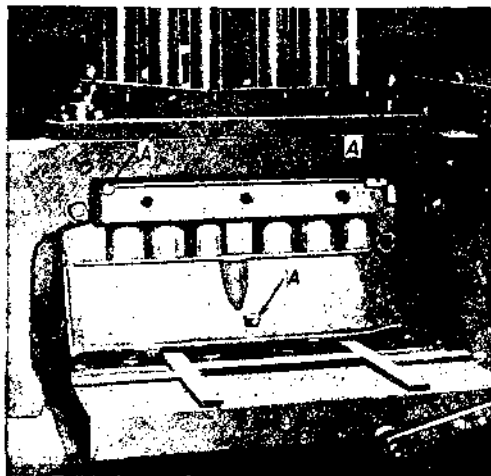


Рис. 325. Опорные площадки для установки блока при фрезеровке.

временно одной гайкой *С*. Эта гайка навинчивается на болт, и при помощи рычажной передачи (показанной пунктиром), движение болта передается уравновешенным рычагам *D—E*. Последние имеют соответственные вертикальные выступы, которые прижимают блоки к опорным штифтам, находящимся на противоположной стороне по отношению к блоку. Для поддержки концов и боков блока служат пружинные штифты, расположенные под рамовыми подшипниками. Они сами устанавливаются сообразно неправильностям отливки и затем закрепляются длинным клином. Боковые клинья действуют от винтов *F—G—H*, а концевые от винта *J*.

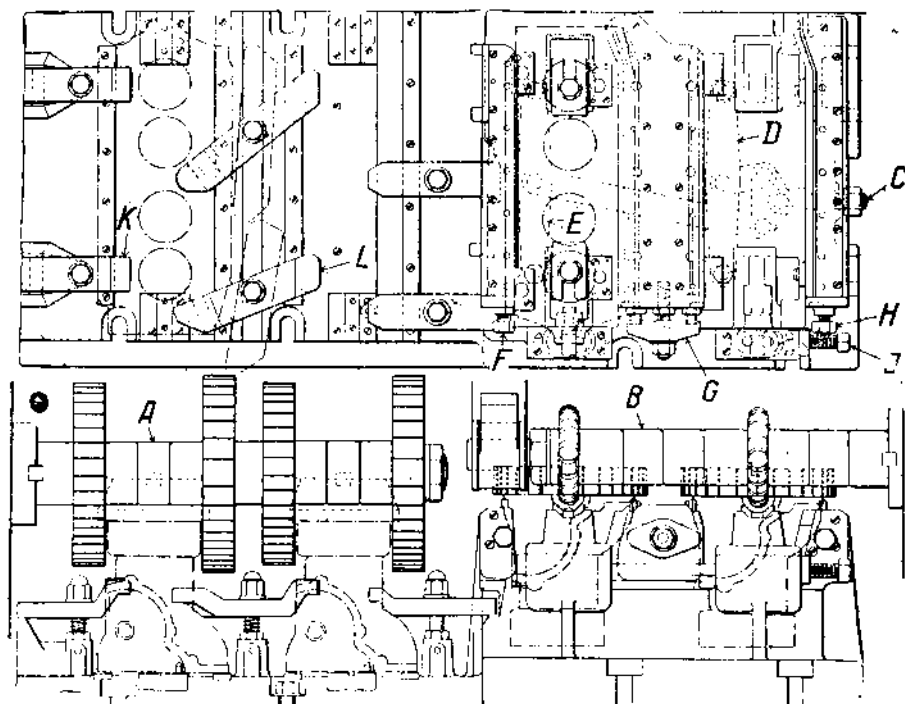


Рис. 326. Закрепление блока при фрезеровании.

Во вторую операцию блок устанавливается на обработанную плоскость разреза и направляется при помощи двух установочных шпилек, входящих в два отверстия, просверленные (в промежуток времени между первой и второй фрезерными операциями) для болтов подшипников. Закрепление производится при помощи накладок *K—L*.

A и *B* — два горизонтальных шпинделя, несущие фрезера, установленные на определенном расстоянии при помощи мерных дистанционных колец.

Другой пример приспособления (фирмы Cleveland) для закрепления блока на столе продольно-фрезерного станка дает рис. 327. Блоки устанавливаются на выступы приспособления *A* и штифты *B*. В поперечном положении они зажимаются (в месте, где имеется углубление для клапанов и толкачей) при помощи опорной планки *C* и поворотного кривошипника *D*. Штифты зажимаются клиньями подобными *H*. Концы блока зажимаются в месте *J* между опорной планкой *K* и накладкой *L*. Этот блок (Cleveland)

отлит отдельно от картера. На рисунке схематически показаны и самые фрезера.

Различные фирмы применяют весьма различные приспособления для закрепления. Вследствие сложной формы отливки эти приспособления получаются вообще говоря довольно сложными.

Типичным станком массового производства является барабанный фрезерный станок.

Рис. 328 и 329 показывают обработку блоков у Форда (Детройт, Америка) на барабанных станках Ингерсолль. Эти станки заменили в 1927 году

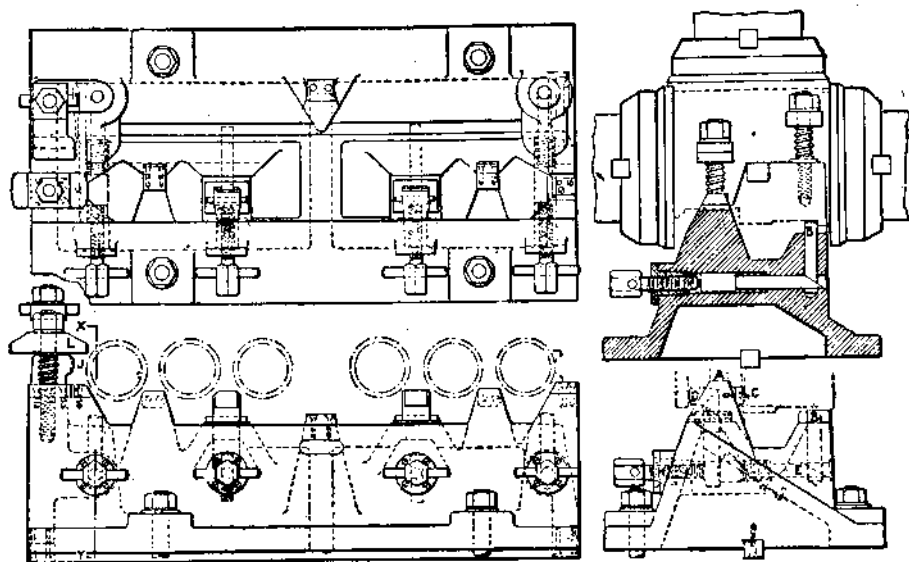


Рис. 327. Приспособление для установки блока Cleveland при фрезеровании.

применявшиеся ранее продольно-фрезерные. До постановки на первый барабанный станок, фрезеруются установочные площадки на двухцилиндровом станке (250 блоков в час). На трехбарабанных станках последовательно обрабатываются: на первом верх и низ—42 шт. в час (см. рис. 328), на втором торцы—150 в час (см. рис. 329) и на третьем—боковые поверхности. Гнезда подшипников попрежнему фрезеруются на продольно-фрезерных станках—80 блоков в час.

Приспособления для закрепления на барабанных станках сравнительно просты, в особенности на рис. 329. Блок ставится на ранее профрезерованное основание на штифты, для которых просверлены отверстия (между фрезерными операциями). Два штыря, ввернутые в приспособление, входят в отверстия цилиндров и на них накладывается планка, прижимаемая гайками. Планка надевается сбоку, так как она имеет не круглые, а открытые с одной стороны отверстия для болтов. Описанный станок двухбарабанный и обслуживается двумя рабочими. Общий вид такой машины совершенно не соответствует нашим обычным представлениям о мегаллообрабатывающем станке, напоминая скорее машину, взятую из какой-либо другой отрасли промышленности.

При установке барабанных станков обращается внимание на удобное расположение их относительно транспортеров. Сама операция закрепления изделия в приспособлении часто занимает несколько секунд, но для того, чтобы передвинуть блок с конвейера на станок, требуется известное усилие и время. При неудачном расположении загрузочных площадок работа может оказаться крайне утомительной и полная производительность станка не будет использована.

Нужно заметить, что барабанные станки применяются в самых различных комбинациях с другими типами фрезерных станков.

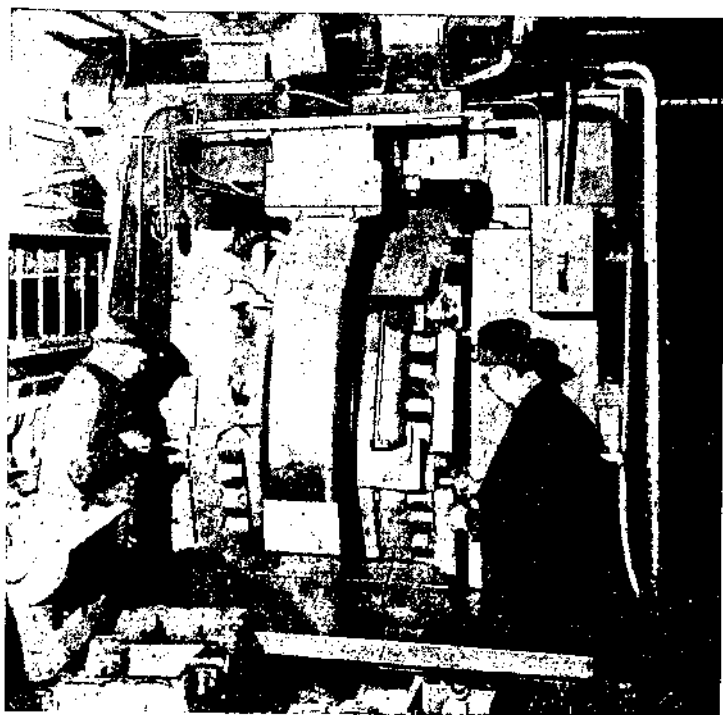


Рис. 328. Обработка блоков на барабанном станке у Форда.

На этом мы заканчиваем описание фрезерных операций. Конструкции самих фрезеров будут описаны в последующих главах курса.

Как было упомянуто выше, для обработки наружных поверхностей блоков применяются кроме фрезерных также шлифовальные станки. Иногда шлифовальные операции служат дополнением к фрезерным. Шлифуя верх и низ блока после расточки и большинства других операций, получают совершенно гладкие газонепроницаемые поверхности. Часто однако шлифовальные операции заменяют некоторые черновые фрезерные, сообщая изделию чистую поверхность, хотя далеко не всегда давая выгоду во времени.

Рис. 330 дает представление об обработке верха и низа шестицилиндрового блока фирмы Vauxhall (диаметр 73 мм) на одном и том же плоскошлифовальном станке. Приспособление А служит для первой операции,

которой в данном случае является шлифовка верха. Потом блок поворачивается и устанавливается в приспособление В.

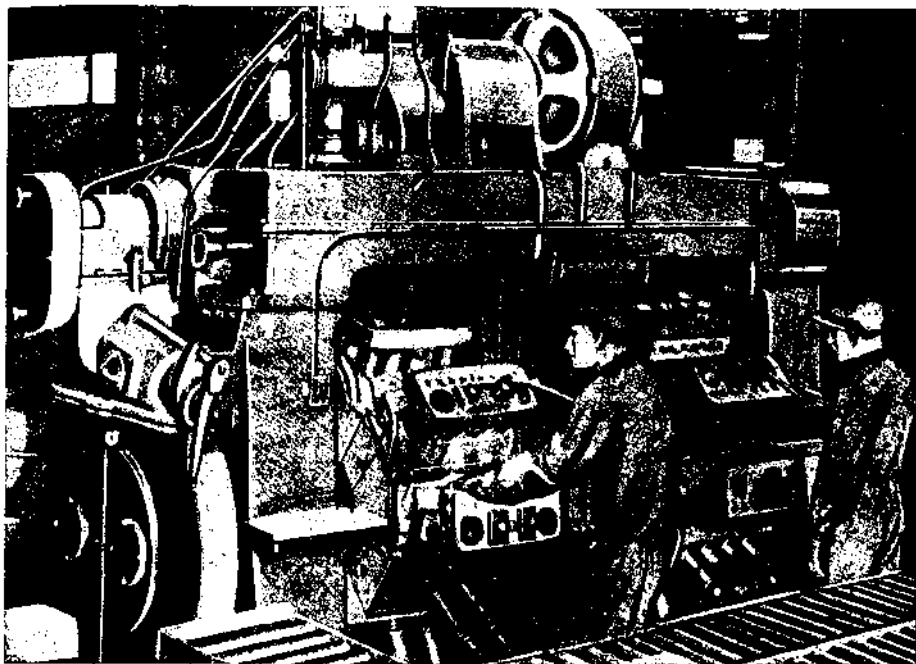


Рис. 329. Вторая фрезерная операция на блоках у Форда.

Опорные поверхности приспособлений сделаны так, что блок устанавливается на разную высоту для черновой и чистовой операции.

Шлифовальный круг устанавливается по высоте по центральной пробке С, наверху которой укреплена каменная стальная шайба. Припуск в отливке с каждой стороны около 4,5 мм, подача 0,1 мм за каждый оборот стола, причем стол делает 8 об./мин. Круг состоит из отдельных сегментов. Полная обработка блока занимает 16 мин. 33 сек. Это неплохое время при производстве 130 блоков в неделю.

Шлифовка торцов того же блока показана на рис. 331. Здесь стол имеет прямоли-

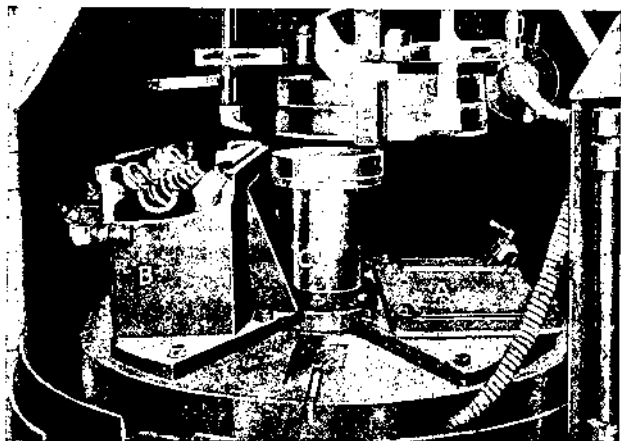


Рис. 330. Первая и вторая операции шлифовки блока Vauxhall.

Рукоятка *A* управляет установочными шпильками, которые могут быть убраны вниз, позволяя с удобством поставить блок на станок, сдвигая его по параллелям. Рукоятки *B* и *C* закрепляют блок на месте.

При расточке или притирке (хонинг) цилиндров по одному, приходится закреплять блок в нескольких положениях. Поэтому приспособления в этих случаях снабжаются делительным механизмом. Рис. 334 показывает притирку хонинг того же блока на одношпиндельном станке.

Притир направляется плиткой *C* с отверстием посередине, а блок передвигается вместе с верхней частью приспособ-

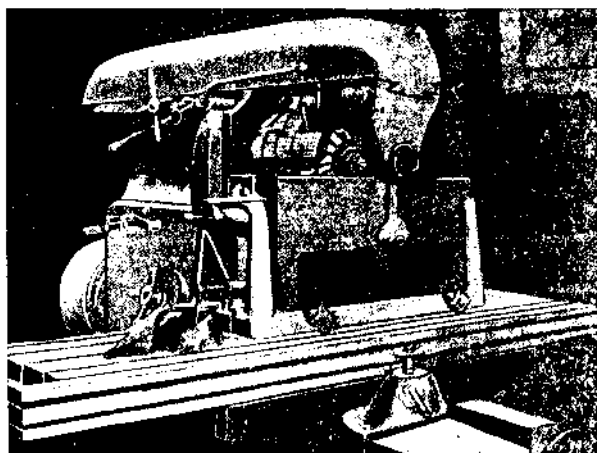


Рис. 332. Фрезеровка гнезд подшипников на блоке Vauxhall.

лечения, которая закрепляется в любом из шести положений при помощи собачки *B*, входящей в прорези планки *A*. Заметим, что при обработке этого блока после расточки и до правки притиром цилиндры блока шлифуются.

Интересный способ закрепления блока (завод Cleveland) показан на рис. 335, где кроме нижних установочных штифтов *A* и *B* применены верхние *C* и *D*, выдвигаемые от рукояток *E* и *H*.

Такое устройство дает устойчивость блоку и устраняет вибрации при расточке.

Рис. 336 показывает расточку блока Ситроен на станке Ингерсолль. Шпинделя стоят наклонно под углом 10° . В этом станке шпинделя только вращаются, а подача получается от движения стола. Это осуществляется при помощи двух гидравлических цилиндров, действующих на приливы вверх стола. Нижняя часть стола снабжена горизонтальной площадкой *A*, которая опускается на уровень транспортера. Сдвинув блок на эту площадку, рабочий опрокидывает его в зажимное приспособление, где оно опирается на свою нижнюю плоскость, как и при других операциях. Блок прижимается сверху и спереди. Верхние прижимы, один из которых обозна-

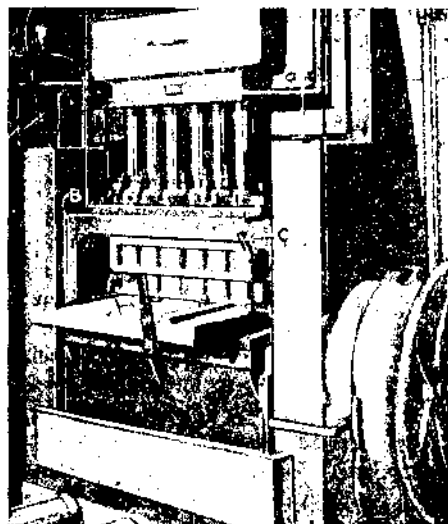


Рис. 333. Расточка блока Pierce-Arrow на шестшпиндельном станке.

площадку, рабочий опрокидывает его в зажимное приспособление, где оно опирается на свою нижнюю плоскость, как и при других операциях. Блок прижимается сверху и спереди. Верхние прижимы, один из которых обозна-

чен *C*, прижимаются эксцентриками *D*. Передние прижимы также видны на рисунке. Для того, чтобы блок имел опору сзади, приспособление снабжено

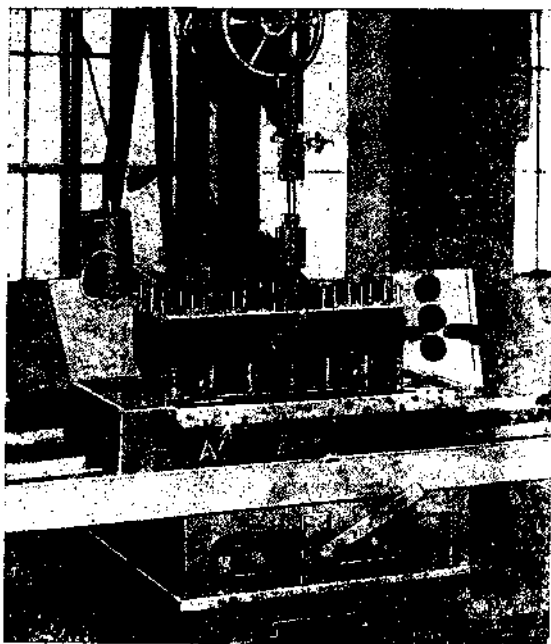


Рис. 334. Доводка цилиндров блока по одному на одношпиндельном станке.

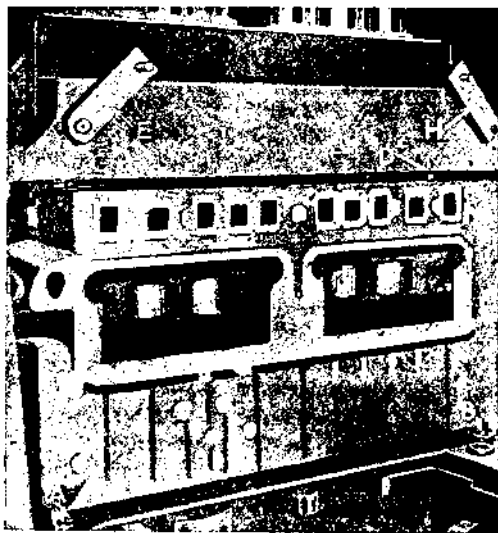


Рис. 335. Закрепление блока Cleveland при расточке.

опорными шпильками, выдвигаемыми до соприкосновения с блоками при помощи звездочек *B*.

Борштанги направляются над и под изделием. Движение стола автоматическое, сначала быстрое вверх, до тех пор пока не началось резание, потом медленное согласно требуемой величине подачи и наконец быстрое вниз до исходного положения. Времени на расточку блока 2 мин.

Интересно приспособление для улавливания стружек. Последние падают в поддон *E*, укрепленный под столом. Рычаг *F* с грузом прикреплен к поддону, который сделан откидным. Поддон закрыт, пока действует груз, но когда в конце хода вниз груз *F* коснется прутка *G*, поддон откидывается и стружка высыпается. Благодаря такому устройству стружки не попадают на направляющие, по которым движется стол.

Нужно заметить, что на удаление стружки должно быть обращено серьезное внимание. Некоторые фирмы (Мармон) снабжают вытяжкой даже фрезерные станки, обрабатывающие блоки. Для очистки приспособлений от стружки применяют сжатый воздух. Некоторые заводы имеют проводку сжатого воздуха к многим станкам (Нипп). Хорошая очистка приспособлений важна для получения точности при обработке. Самое удаление стружек из мастерской иногда также механизмуется. Фирма Паккард (Детройт) имеет конвейеры под полом, специально для удаления

стружек. Впоследствии эти стружки брикетируются и идут в переплавку. Такое устройство дает возможность легче поддерживать чистоту в мастерских.

Возвращаясь к блоку Ситроен, заметим, что после черновой и чистовой расточки все цилиндры развертываются по-одиночке. Они не закрепляются на столе, а только направляются двумя планками *A* и *B* (рис. 337). При-тирка (хонинг) здесь производится на многошпиндельном станке с гидравлической подачей (рис. 338). Блок прижимается сверху с обеих сторон подвижными планками с эксцентриками (видны на рисунке).

Иногда притирка хонинг разделяется на черновую и чистовую и обе производятся на многошпиндельных станках (Паккард).

Рис. 339 показывает расточку блока на станке Holroyd & Co Ltd с передвижным столом. В то время как один блок растачивается — другой устанавливается. Таким образом станок не находится в работе только во время передвижения стола. Оба положения стола автоматически фиксируются. Здесь мы имеем пример применения двойных приспособлений, цель которых сделать операцию приближающейся к непрерывной (сравните непрерывное фрезерование, см. выше). Этот метод применяется довольно часто не только при расточных, но также при фрезерных и других операциях.

На данном станке Holroyd производится как черновая, так и чистовая расточка, причем в последнем случае шпин-

деля не вращаются при вынимании их из изделия (во избежание оставления следов резцов). Подача и возврат борштанг автоматические.

Рис. 340 показывает приспособление, применяющееся на заводе Форда (Ирландия) для закрепления блока при расточке, а также при некоторых других операциях. Блок вдвигается в приспособление сбоку и устанавливается двумя отверстиями на нижней плоскости на шпильках. Вместо того чтобы делать шпильки подъемными, как обычно, полозья *A* и *B* сделаны опускаемыми так, что после вдвигения блока на место, действуя на рукоятку *C*, его сажают на шпильки. Эта рукоятка посажена на валик с эксцентриками, поддерживающими полозья *B*. Такой же валик под полозьями *A* соединен с первым валиком рычажной передачей. Зажим блока происходит при помощи планок *J* и *K*, нажимаемых вниз тягами, приводимыми в движение ры-

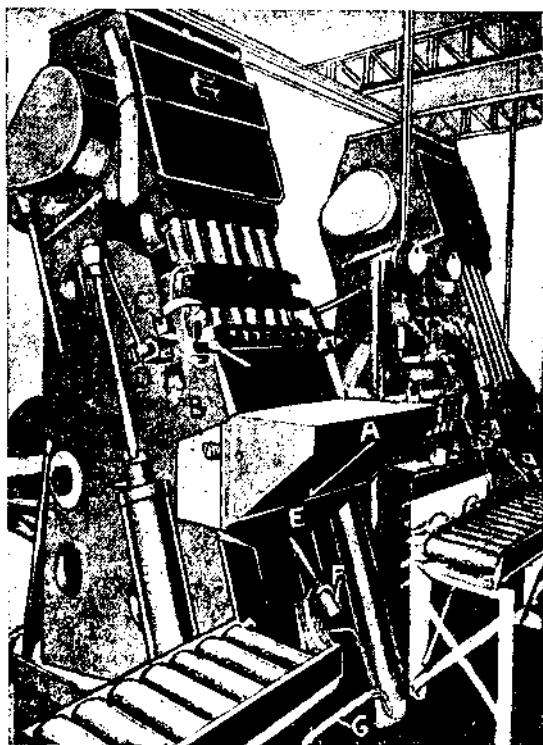


Рис. 336. Расточка блока Ситроен.

чагами, сидящими на тех же валиках, на которых сидят рычаги *G* и *H*. Последние нажимаются гайками на конце горизонтальной тяги *E* и муфтой *F*. Тяга и муфта передвигаются при помощи эксцентрика на рычаге *D*. Таким образом, действуя на рычаг *D*, можно сразу зажать оба конца цилиндра. Рычаги *C* и *D* удобно расположены относительно рабочего.

Рис. 341 показывает станок типа Vignap, имеющий борштанги, действующие снизу. При таком расположении стружка легко удаляется из цилиндра, но зато подшипники шпинделя труднее защитить от попадания стружки, чем при обычном расположении. Подача сообщается предмету. Время 16 мин. 15 сек. на блок. Диаметр цилиндра 73 мм (Vauxhall).

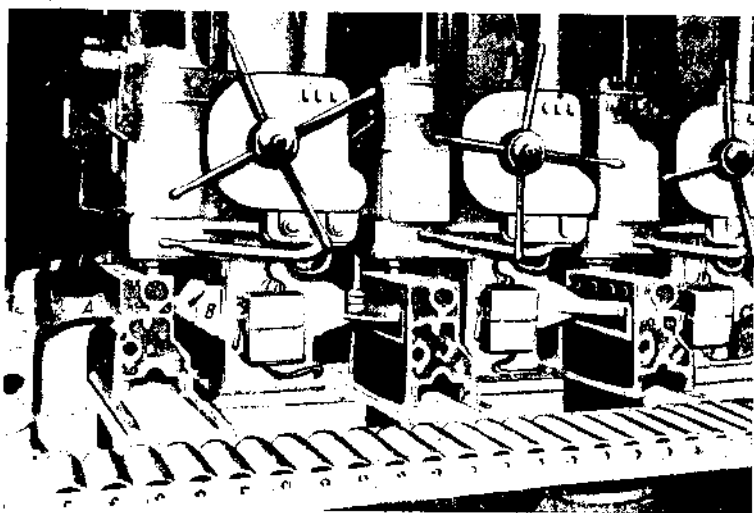


Рис. 337. Установка блока Ситроен при развертывании цилиндров.

Пример станка для расточки в горизонтальном положении дает рис. 342 (Мармон). Станок фирмы Foote-Burt. Борштанги, весьма длинные, имеют кроме переднего также заднее направление в приспособлении.

Блок сдвигается в приспособление по направляющим прямо с конвейера и закрепляется движением рукояток, показанных на рисунке.

Верхняя часть расточки цилиндра делается на конус для удобства заводки поршня с кольцами. Эта зенковка производится обычно на таких же станках, как и расточка, специальными коническими зенкерами.

Иногда зенкер сажается на ту же борштангу, внизу которой находится расточная головка. Этим способом экономится одна операция. Такая комбинированная операция имела на заводе Форда в Ирландии. Блок закреплен в приспособлении, изображенном на рис. 340.

9. Обсверливание блоков и нарезка резьбы.

Первой сверлильной операцией является обыкновенно сверление и развертывание двух дыр во фланце, которые служат для установки блока при всех последующих операциях.

Рис. 343 показывает, как эта операция производится на заводе Cleveland

Automobile Co. Блок своей верхней плоскостью поκειται на стальных ползках *A* и *B*. Он центрируется клином *C*, входящим в кронштейн *D*, который может откидываться, когда блок вставляется в приспособление. В рабочем положении кронштейн закрепляется замками *E*. По обоим концам блок прижат к основанию лапками, которые давят на приливы для подшипников коленчатого вала. В дополнение имеются прижимные планки *H* и *J* и винты *K* и *L*, причем последние закрепляют шпильки, входящие в лигые отверстия по концам водяной рубашки.

В дальнейшем сверлильные операции размещаются между обработкой на других станках. Блок цилиндра обтачивается кругом, причем многие дыры нарезаются и некоторые раззенковываются. Поэтому изделие неизбежно проходит через длинный ряд сверлильных операций, требующих применения станков разных типов, снабженных многочисленными приспособлениями.

Из дыр разного направления нужно выделить отверстия, имеющие направления *перпендикулярные основным плоскостям блока* (верх, низ, оба торца, боковые поверхности). В каждом из этих направлений сверлится целый ряд отверстий, различным образом расположенных. Такое размещение отверстий создает очень благоприятные условия для применения многошпиндельных станков как для сверления, так и для нарезки, зенковки и прочих операций сверлильного характера.

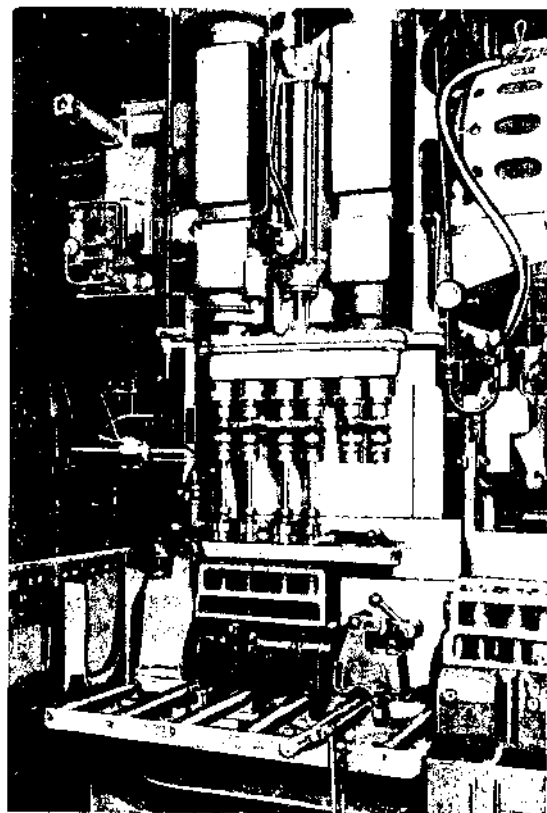


Рис. 338. Доводка блока Ситроен на многошпиндельном станке.

По конструкции многошпиндельные станки разделяются на вертикальные и горизонтальные, имеющие шпинделя с одной стороны изделия и с разных, станки с ручным управлением и автоматические. На ряду со станками более или менее универсальных установившихся типов имеется целый ряд узко специальных.

В то время как применение многошпиндельных станков для сверления уже давно завоевало прочное место в автомобильной промышленности, нарезка резьбы на подобных же станках входила в обиход мастерских значительно медленнее. Известные трудности представляла разработка некоторых деталей сверлильных станков при использовании их в качестве нарезных.

В частности и посейчас нет установившейся конструкции патрона для метчика, вполне пригодного для многошпиндельных станков. Обычные типы фрикционных и пружинных кулачных патронов очень громоздки и не могут быть использованы при малых расстояниях между осями отверстий.

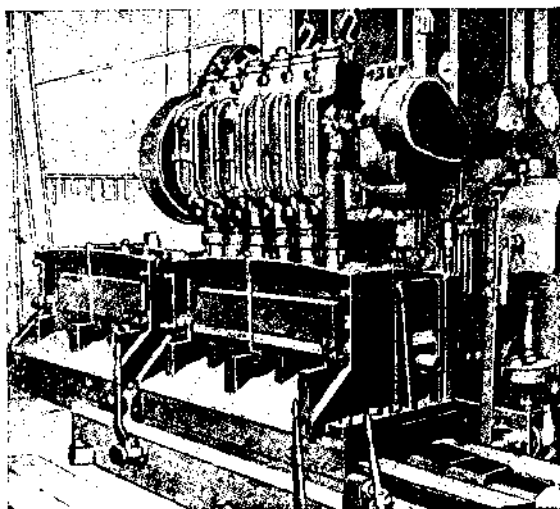


Рис. 339. Расточка блока на станке Holroyd с передвижным столом.

Патрон должен допускать легкую игру метчика в боковом направлении для компенсации не вполне точного расположения дыр при сверлении, а также обязательно наличие свободного хода метчика в патроне в продольном направлении, так как очевидно все метчики не могут ввинчиваться в тело отливки точно в один момент и опаздывающие должны иметь возможность несколько углубиться в патрон, чтобы не быть сломанными давлением подачи станка. Серьезным препятствием для введения многошпиндельной нарезки слу-

жит во многих случаях невозможность получения на рынке метчиков точно одинакового размера.

Продажные метчики часто дают резьбу не вполне мерную и при нарезании на многошпиндельном станке отверстия на одной и той же детали получаются различными настолько, что одинаковые шпильки, ввергиваемые

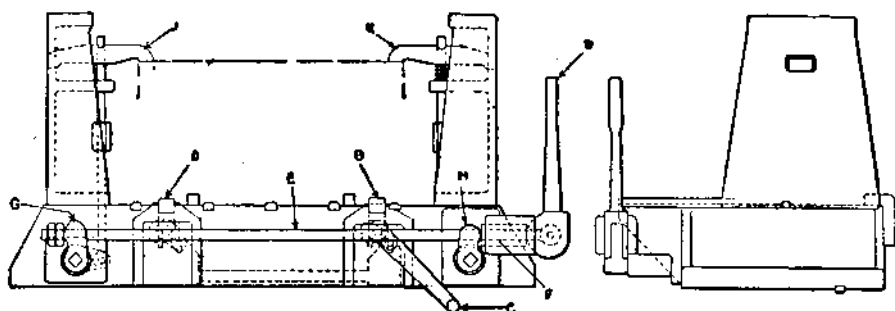


Рис. 340. Приспособление Форда для закрепления блока при расточке.

в них, будут или входить чрезмерно туго или болтаться в резьбе. Конечно, заботясь о качестве резьбового инструмента, можно значительно ослабить это неудобство и сделать его практически несущественным. При пользовании одношпиндельным станком все отверстия в одном изделии полу-

чаются одинаковые и подобрать подходящие шпильки уже значительно легче.

Все эти затруднения не могли конечно долго служить препятствием для распространения многошпиндельных нарезных станков. Выгоды во времени получаются слишком значительные, и теперь все крупные автомобильные фирмы широко их используют. Усиленной поломки метчиков не замечается — даже наоборот: часто расход их меньше чем при одношпиндельном нарезании. Последнее обстоятельство объясняется помимо более внимательного обращения с одним многошпиндельным станком чем с целой группой одношпиндельных, еще способностью большого количества метчиков, действующих одновременно, центрировать тяжелое изделие по оси отверстий, если оно было установлено не вполне правильно. Один метчик это сделать не может, он отклоняется в сторону, следуя направлению отверстия — и ломается.

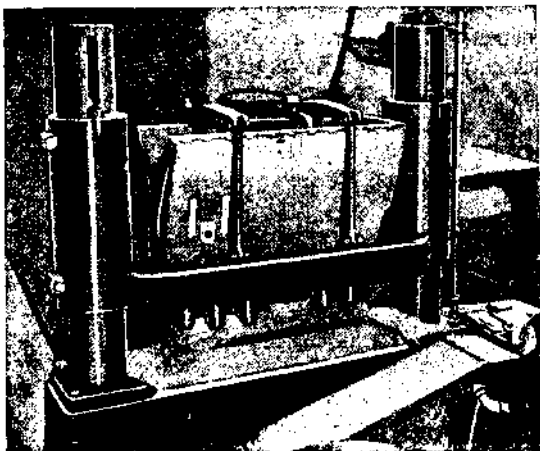


Рис. 341. Расточка блока Vauxhall на станке типа Bignap.

Нужно заметить однако, что при конструировании приспособлений для многошпиндельных станков (как сверлильных, так и нарезных), а впоследствии при пользовании этими приспособлениями необходимо весьма внимательно относиться к

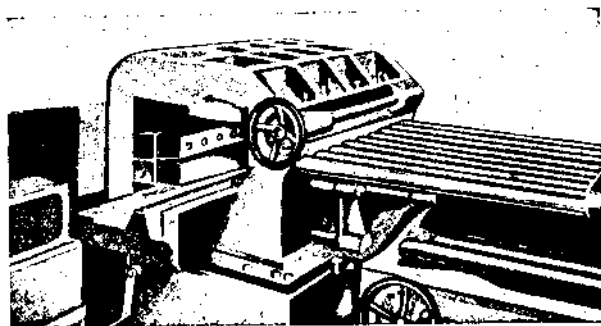


Рис. 342. Расточка блока Мармон на горизонтальном станке.

вопросу о предохранении инструмента от поломки. Поломка сверла требует времени для его замены, что при времени операции часто меньше одной минуты равносильно потере производительности многих изделий. Еще большую задержку может вызвать даже незначительное повреждение одного из шпинделей. Чтобы уменьшить потери от этой причины, иногда в

конце ряда многошпиндельных станков ставят резервный радиальный. Для него имеют упрощенные резервные кондуктора, по которым можно высверлить любое отверстие, просверливаемое нормально на многошпиндельных станках. При нарезке резьбы и зенковке, конечно, никаких кондукторов

не требуется. В случае поломки одного из шпинделей какого-либо многошпиндельного станка, его не ремонтируют, а просто отключают. Недостающее отверстие сверлят или нарезают на радиальном станке. Таким образом общий поток в мастерской не нарушается. Ремонт производят после окончания рабочего дня.

Рис. 344 показывает современный многошпиндельный сверлильный станок вертикального типа фирмы Baush (Америка). Подача здесь гидравлическая, причем давление масляного поршня передается строго центрально. Гидравлический привод позволяет регулировать подачу на ходу станка и кроме того сообщать всей бабке быстрое движение вверх и вниз. Такие станки строятся с переставными и с неподвижно установленными шпинделями. Первые являются более универсальными и могут применяться для различных

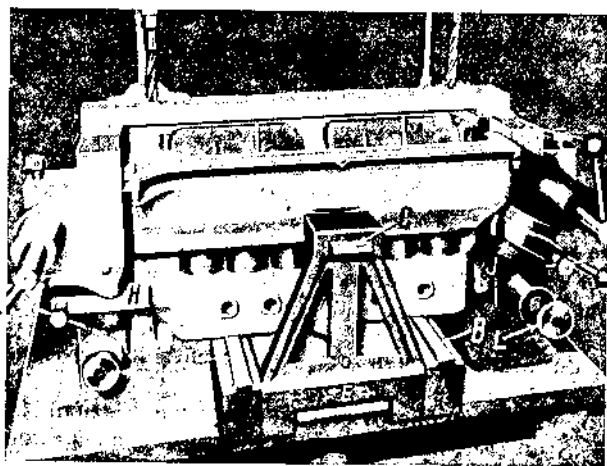


Рис. 343. Сверление двух отверстий во фланце блока для установочных шрифтов.

операций. Передача движения отдельным шпинделям здесь осуществляется обыкновенно при посредстве шарниров Гука. В настоящее время этот механизм выполняется достаточно надежно, но время на перестановку шпинделя, вообще говоря, значительно и кроме того конструкция станка довольно сложна, а движущаяся сверлильная бабка получает очень солидные размеры и большой вес. Поэтому при массовой фабрикации такие станки теперь часто уступают

место более специальным, в которых все шпиндели вращаются в своих гнездах, просверленных в специальной плите сообразно чертежу изделия. Для сверления этих отверстий в плитах используются современные станки для сверления кондукторов. При изменении расположения отверстий в станках этого типа приходится ставить новые плиты и иногда менять части передач. При обсверливании нескольких поверхностей *на ряде вертикальных станков* приходится изделие не только передавать от станка к станку, но и переворачивать. При деталях значительного веса, как например цилиндрический блок, такое переворачивание с последующим закреплением в приспособлении требует значительного времени и утомляет рабочего. Поэтому при пользовании станками рассматриваемого типа часто применяется система работы, при которой кондуктор установлен на тележке, движущейся по рельсам, проложенным под линией шпинделей станков. Такая система называется у американцев *tram-rail system*.

Рис. 345 показывает расположение станков, пути, тележек и общее устройство приспособления в виде люльки. При передвижении тележки от станка к станку люлька вместе с изделием поворачивается, благодаря чему является возможность обсверлить следующую сторону.

Рис. 346 дает вариант осуществления той же идеи. Вместо рельс и тележки столы станков соединены роликовыми транспортерами. Приспособление, опять - таки в виде люльки, передвигается по этим транспортерам от стола к столу.

Заметим, что все станки на этой фотографии принадлежат к типу с непрерываемыми шпинделями.

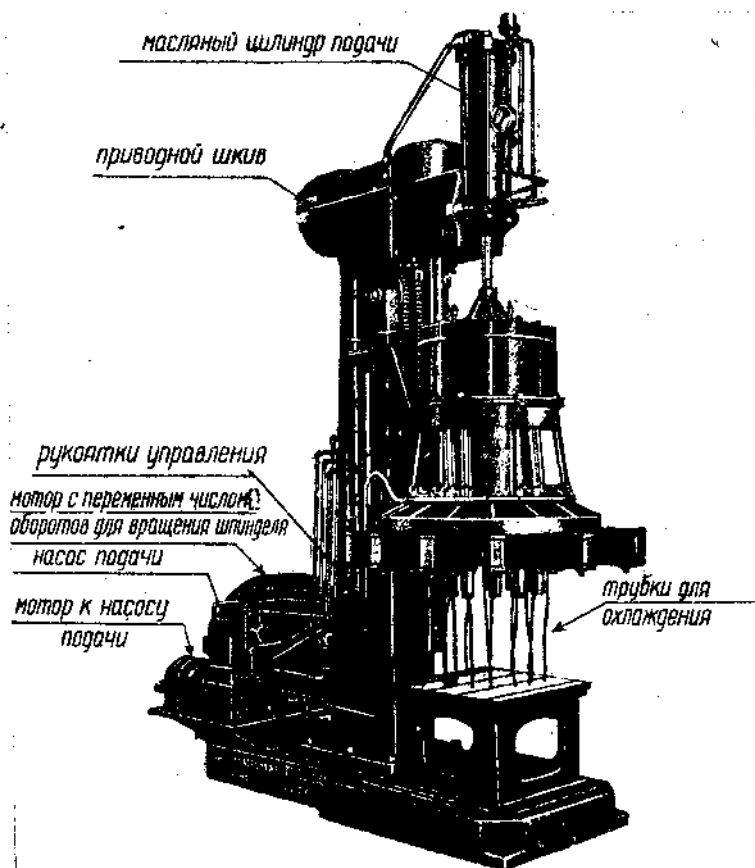


Рис. 344. Многшпиндельный вертикальный сверлильный станок.

Желание избавиться от подобных устройств и еще более ускорить работу привело к появлению многшпиндельных станков с несколькими сверлильными бабками, обсверливающими или нарезающими изделие сразу с нескольких сторон.

Рис. 347 показывает 50-шпиндельный станок фирмы Barnes обсверливающий боковые поверхности блока. Станок имеет гидравлическую подачу бабок. Время операции 0,7 мин.

Рис. 348 дает представление о сверлении 31 дыры в торцах блока на том же станке. Время 0,8 мин.

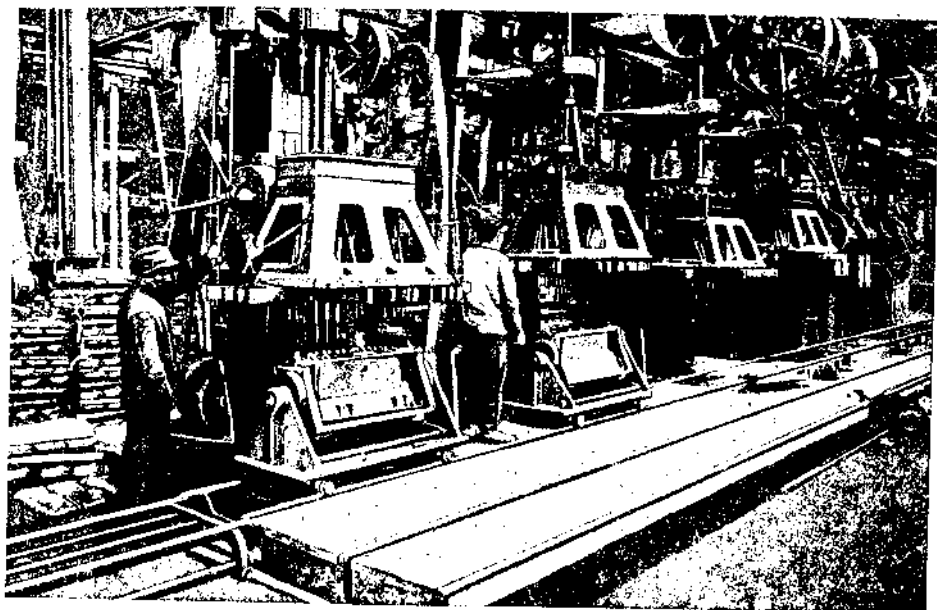


Рис. 345. Расположение ряда вертикальных станков для обсерливания блока.

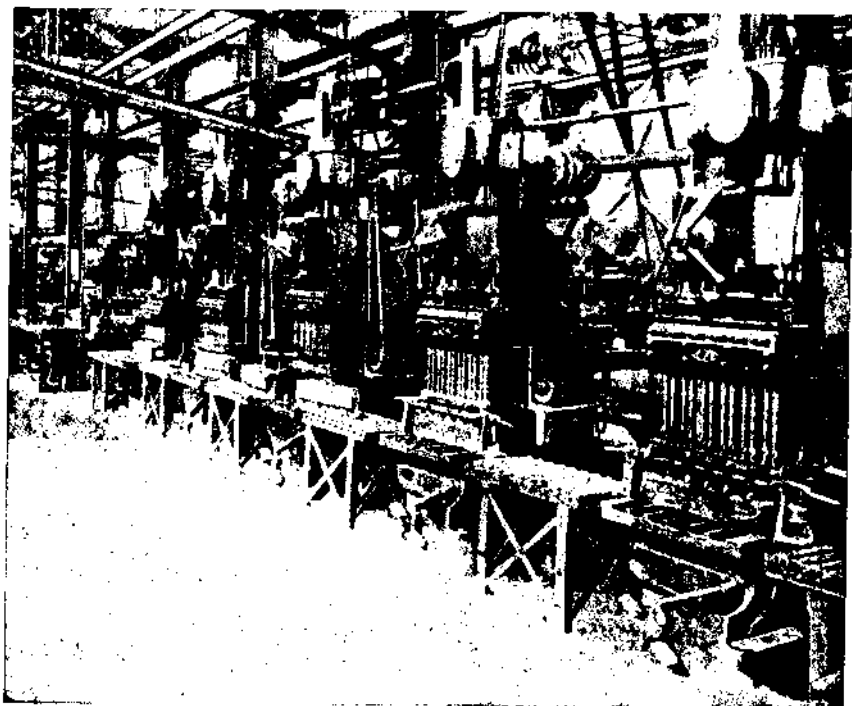


Рис. 346. Вариант расположения по рис. 345.

Третий станок того же рода обсерлирует верх и низ блока, включая отверстия для шпилек подшипников.

Рис. 349 показывает сверление блока сразу с четырех сторон четырьмя бабками, из которых одна расположена вертикально, а три горизонтально. Станок Ингерсолль с гидравлической подачей. Сразу сверлится 116 отверстий.

Для загрузки приспособления на этом станке приходится пользоваться лишь двумя рукоятками. Одна выдвигает контрольные шпильки, другая осуществляет прижим блока к основанию. Управление станком кнопочное (как

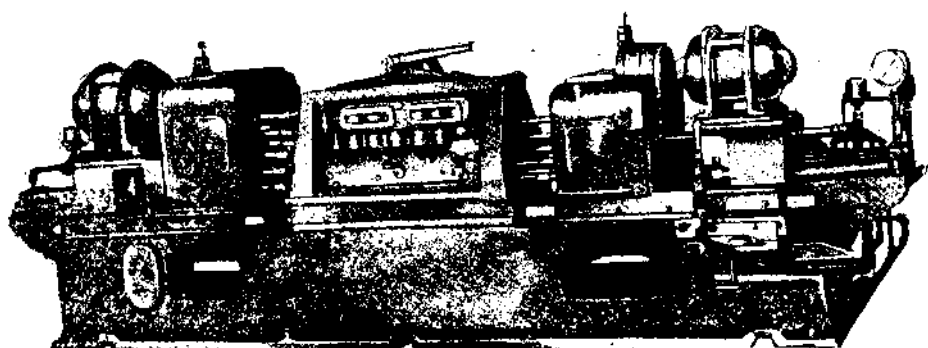


Рис. 347. 50-шпиндельный сверлильный станок фирмы Barnes.

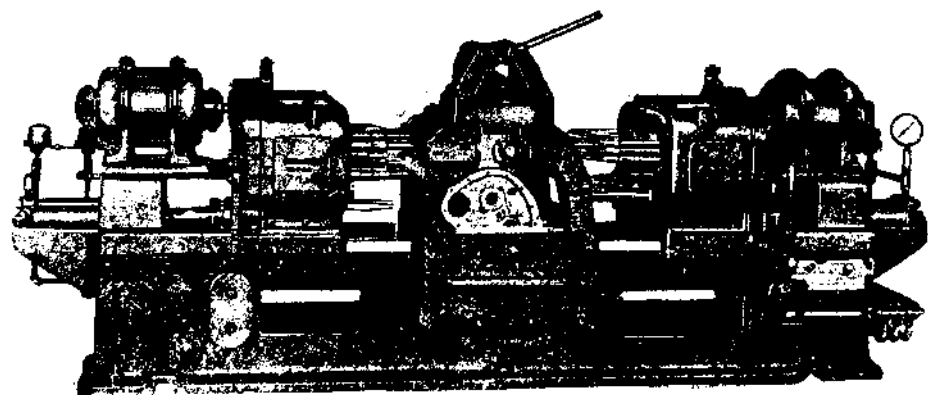


Рис. 348. Сверление дыр в торцах блока на станке по рис. 347.

обычно у станков подобных типов). Такой же станок, расположенный рядом, нарезает 95 из 116 просверленных дыр.

Кондуктора для многошпиндельных станков обыкновенно несложны. Иногда они имеют вид неподвижной плиты, несущей ряд втулок, сквозь которые проходят сверла.

Другое исполнение — плита,двигающаяся вместе со сверлильной бабкой; если отверстия очень мелкие, то плита может быть жестко связана с бабкой, если же сверлятся сравнительно глубокие отверстия, то плита с бабкой связана пружинами. При опускании бабки плита опирается на корпус приспособ-

собления, в котором закреплено изделие, и сверла проходят сквозь втулку как при работе обычного неподвижного кондуктора — пружина при этом сжимается.

Наконец иногда пружиннозакрепленный кондуктор используется для прижима изделия к столу. Подвижные кондуктора облегчают постановку и снятие изделия; они обычно центрируются в нижней части приспособления при помощи направляющих шпилек (подобно штампам с направляющими).

Многоспindleльные станки обычно настолько производительны, что полностью используются лишь при весьма большом выпуске. Их перестройка занимает много времени. Иногда используют один и тот же станок для обсерливания двух деталей, имеющих одинаково расположенные дыры. При

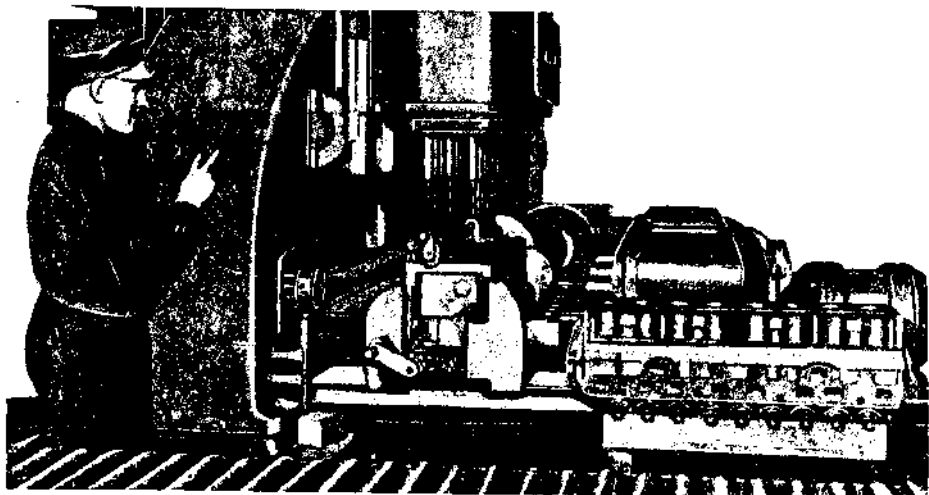


Рис. 349. Сверление блока сразу с четырех сторон.

таких условиях перестройка сводится к замене сверл и кондуктора. Пере-
ставлять шпинделя не приходится. Например: нижний фланец блока и
верхний поддона для масла свертываются вместе и отверстия для шпилек
расположены естественно одинаково, хотя в блоке они сверлятся под резьбу,
а в поддоне на проход.

Рис. 350 показывает сверление блока, а рис. 351 — поддона на том же
станке без перестановки шпинделей (фирма Хотчкисс). Приспособление для
сверления этого блока показано детально на рис. 352 (слева). Основная
плита *A* привернута к станку и служит для поддержки блока. На той же
плите наглухо закреплены две стойки *B* и *C*, на которые опирается кондук-
торная плита *D* со втулками для прохода сверл. Плита *D* посажена (сколь-
зящая посадка) на два штыря *E*, которые прикреплены к сверлильной бабке.
При опускании бабки плита садится точно на место, опираясь на штифты *F*,
имеющие конусные концы. Сам блок центрируется под кондукторной плитой
штифтами *G*, которые проходят сквозь отверстия в опорных лапах блока
в стойке *H*.

Данное устройство может служить примером приспособления с пружинно-
подвешенной кондукторной плитой. Просверливается 21 отверстие диамет-

ром 8,8—10,5 мм. Время операции 6 мин. Рабочий обслуживает два станка.

При сверлении поддона заменяются сверла и кондукторная плита. Основная плита *A* и стойки *B—C* остаются на месте. На том же рисунке справа показано приспособление после его перестройки. Здесь плита не подъемная, а поворотная на штырях. Откидывая ее, можно удобно снимать и ставить изделие. Закрепление осуществляется вращением одного ключа *K*, который, передавая давление через конуса *L—M* и систему стержней *O—N—P* центрирует отливку в продольном и поперечном направлении. Одновременно усилие от стержней оказывается достаточным, чтобы удерживать поддон при сверлении.

Такой же метод обсерливания двух деталей может быть применен к верхней плоскости блока и нижней плоскости крышки и т. д.

На ряду с отверстиями основных шести направлений обычно имеются также дыры, иначе направленные, а также отверстия больших диаметров, имеющие большую глубину, неудобно расположенные и т. п. Сверлить их на многошпиндельных станках совместно с остальными бывает неудобно и даже совершенно невозможно. Поэтому кроме нескольких основных многошпиндельных сверлильных станков, выполняющих по количеству главную часть сверлильной работы, имеется всегда много станков одношпиндельных или также многошпиндельных, но с малым числом шпинделей. Иногда для таких дополнительных операций применяются и радиально-сверлильные станки.

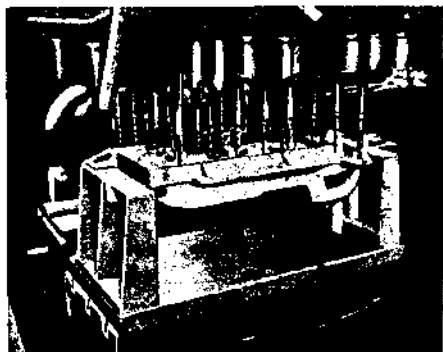


Рис. 351. Сверление поддона на приспособлении рис. 352.

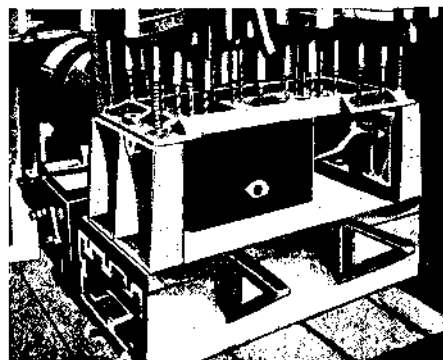


Рис. 350. Сверление блока цилиндра на приспособлении пригодном для сверления поддона.

Одношпиндельными станками пользуются также для нарезки отверстий в тех случаях, когда они не были нарезаны на многошпиндельном станке. Здесь весьма важным обстоятельством является хорошая подвижность приспособления на столе нарезного станка.

Рис. 353 показывает приспособление такого рода, применявшееся на заводе Форда (Ирландия). Оно состоит из двух столов *A* и *B*, которые поставлены на V-образные ролики, причем один стол движется

перпендикулярно другому. На рисунке изображен блок в вертикальном положении для нарезки трех отверстий по $\frac{3}{8}$ " с резьбой 24 нитки на дюйм. Нарезание происходит при 200 об./мин. и занимает время 35 сек. с установкой.

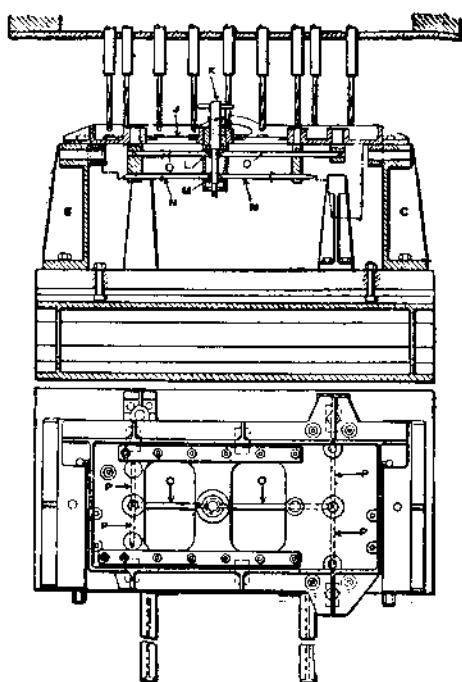
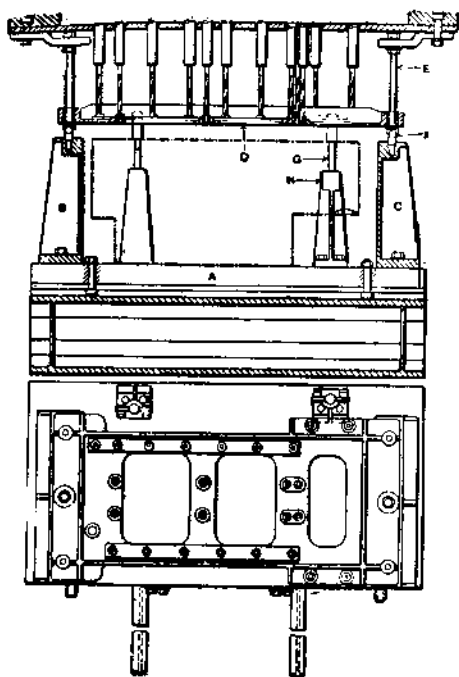


Рис. 352. Приспособление для сверления блока и поддона Хотчкисс.

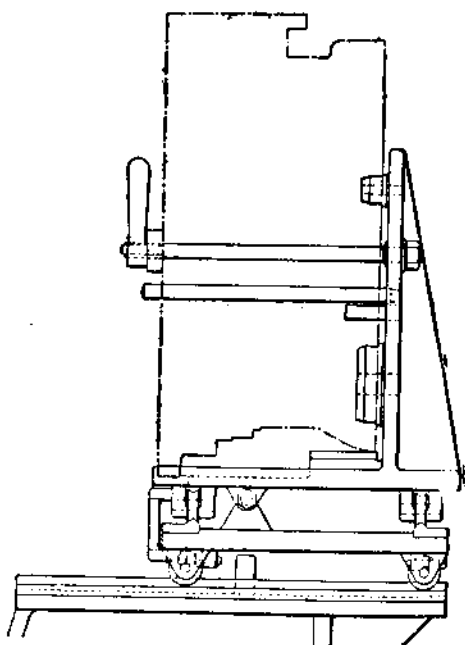
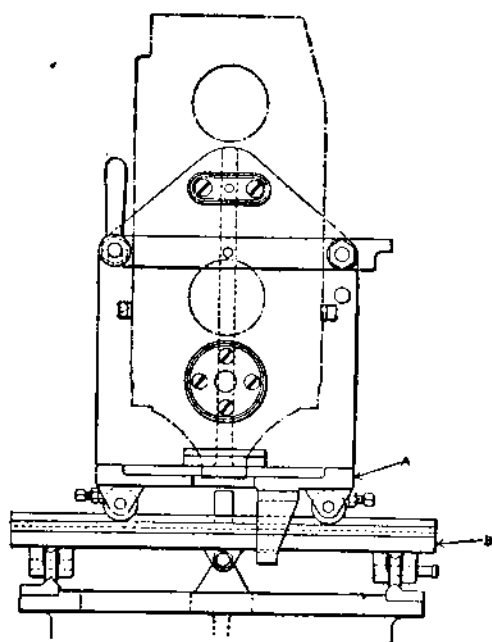


Рис. 353. Приспособление Форда для закрепления блока при нарезке.

Такие же приспособления применяются и для нарезки других отверстий, причем блок занимает горизонтальное положение.

Рис. 354 и 355 показывают поворотное приспособление (Хотчкисс) для обсверливания ряда отверстий на радиальном станке.

Подобные приспособления оказываются часто очень целесообразными особенно при небольших выпусках, не оправдывающих постановки ряда специальных станков. Основанием приспособления (рис. 355) служит плита *A*, крепящаяся к нормальному столу радиального станка. Часть *B* вращается на центральном штыре на шариках. К плите крепится блок при помощи двух болтов, проходящих сквозь крайние цилиндры, и удерживается на месте шайбами *D*. Те же болты и шайбы крепят угольник *E* с втулками с обеих сторон и с торцов. Часть втулок расположена на планках *F—G*. Зенкера для расточки литых дыр под распределительный вал и валик магнето направляются втулками в кронштейнах *H*, крепящихся к вращающейся части приспособления *B*. Делительный механизм состоит из собачки, входящей в клиновой формы канавки. Собачка управляется эксцентриком и рукояткой *J*.



Рис. 354. Приспособление для обсверливания блока на радиальном станке.

Описанное приспособление служит для сверления 14 отверстий, из них два более крупные для валов распределительного и магнето. Дыры расположены с четырех сторон отливки. Время обработки 25 мин., причем отверстие для распределительного вала рассверливается зенкером с припуском на диаметр 0,8 мм при скорости резания 24 м/мин. и подаче около 1,6 мм на оборот.

Интересную задачу представляет *сверление отверстий для смазки*. Во многих конструкциях моторов имеется продольное отверстие, идущее вдоль всего блока и служащее центральным маслопроводом.¹⁾ Рис. 356 изображает двусторонний сверлильный станок Barnes, предназначенный для этой операции. Отверстие 15 мм диаметром просверливается при скорости резания 24 м/мин. и подаче 180 мм в мин. (0,35 мм на оборот). Время самого сверления 2 мин. 15 сек. Установка и снятие изделия 52 сек. Полное время операции 3 мин. 7 сек.

Операция ведется следующим образом: оба сверла подаются одновременно, пока не сойдутся на расстояние около 25 мм. После этого одно из них быстро отходит назад, в то время как другое продолжает подаваться, пока отверстие не будет просверлено насквозь.

¹⁾ Сверленные каналы часто заменяют смазочные трубки. Такая конструкция более надежна и проста.

Кроме главного сверления имеется еще ряд ответвлений, которые сверлятся обычно на нескольких станках в отдельные операции, частично многошпиндельные.

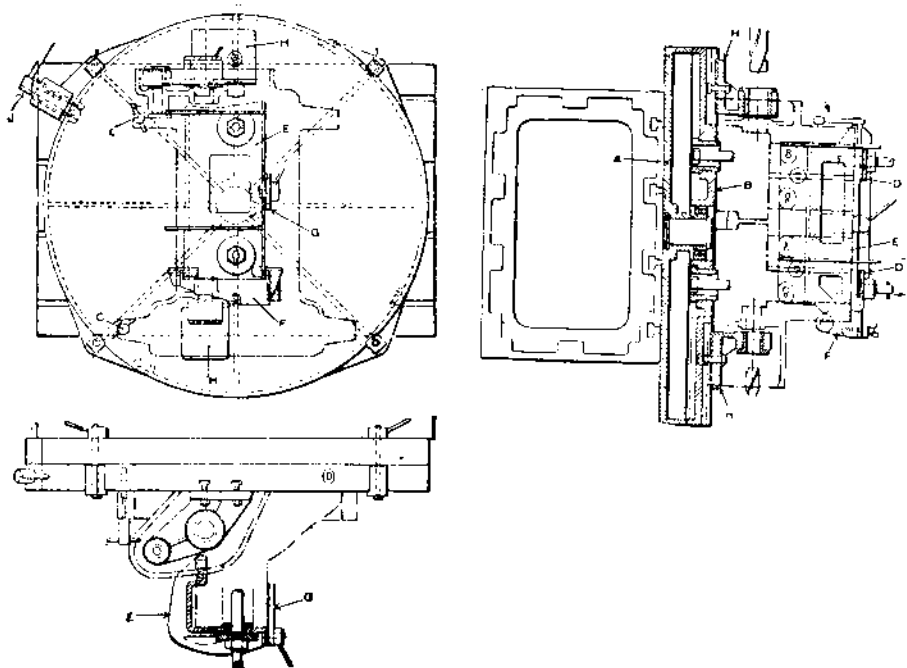


Рис. 355. Детали приспособления по рис. 354.

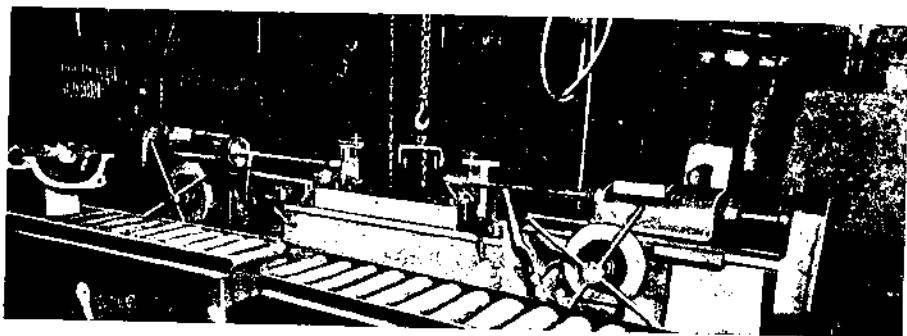


Рис. 356. Станок Barnes для сверления центрального смазочного канала в блоке.

Рис. 357, 358, 359 показывают три операции по сверлению масляных каналов (Ситроен). В первой имеется несколько вертикальных шпинделей, снабженных двухшпиндельными головками, и кроме того горизонтальный шпиндель.

Рис. 358 показывает станок с наклонными шпинделями и наконец рис. 359 — станок с двумя шпинделями под прямым углом друг к другу. Подача таких станков бывает как автоматическая, так и ручная; иногда имеется и автоматический возврат сверл.

Приведенные рисунки дают примеры специальных станков, которые весьма уменьшают время обработки несмотря на свою простоту.

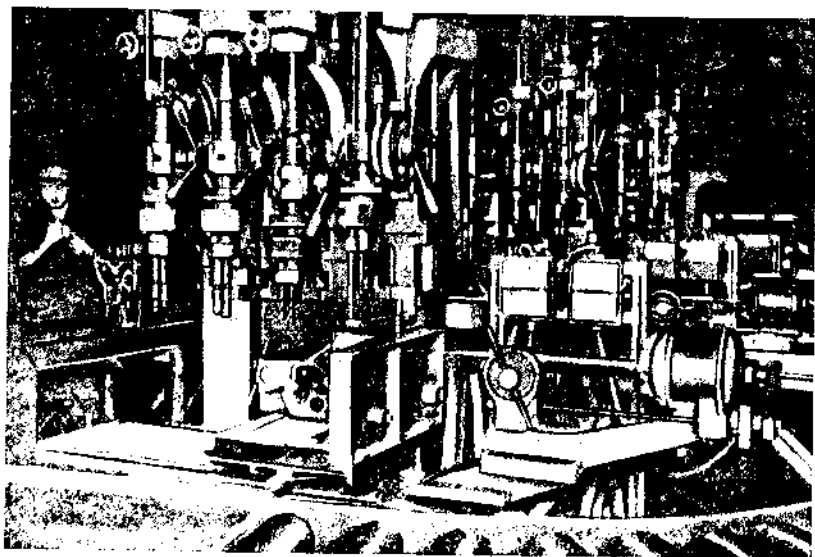


Рис. 357. Сверление масляных каналов в блоке Ситроен

Привести все конструкции подобных станков невозможно, но они применяются для многих сверлильных операций в автомобилестроении и принимают разнообразные виды в зависимости от характера обрабатываемых деталей.

На рис. 357 видны двухшпиндельные головки, поставленные на многошпиндельные станки. Применение подобных головок весьма разнообразно.

В продаже имеются конструкции многошпиндельных головок как с переставными шпинделями, пригодными для различных изделий, так и с неподвижно-закрепляемыми, назначенными для определенных операций. При помощи таких головок одношпиндельный станок превращается в многошпиндельный. Типов этих головок очень много.

10. Обработка гнезд подшипников коленчатого и распределительного валов.

Мы уже указывали, что существуют две основные конструкции автомобильных блоков: одна, при которой блок

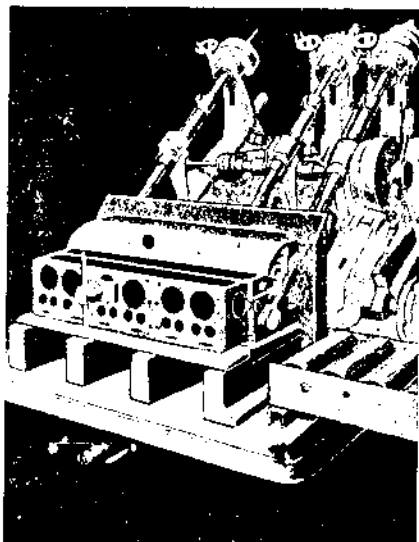


Рис. 358. Вторая операция по сверлению масляных каналов блока Ситроен.

отлит вместе с гнездами для подшипников и вал оказывается подвешенным на крышках, и другая, при которой блок отливается отдельно от картера и подшипники оказываются размещенными целиком в последнем. В первой конструкции картера не имеется и низ блока закрывается легким масляным поддоном.

При обоих исполнениях мы встречаемся с одной и той же задачей — *получения ряда отверстий, лежащих строго на одной оси*. Обыкновенно коленчатый вал лежит не прямо в расточках отливки, а во вкладышах, залитых белым металлом, которые уже закрепляются в расточенных гнездах блока или картера. Исключение составляют некоторые дешевые конструкции, при которых заливка баббитом производится прямо в отливку блока. О методах изготовления вкладышей и их заливки будет сказано ниже.

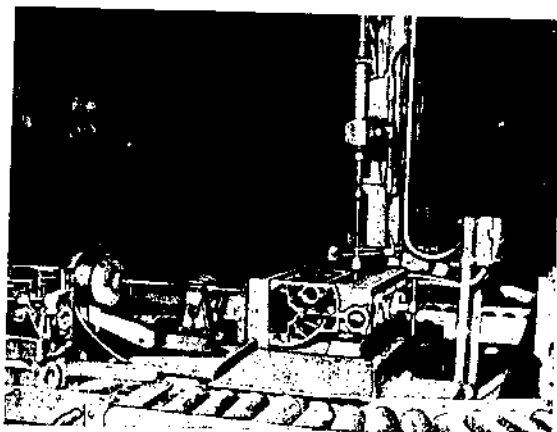


Рис. 359. Третья операция по сверлению масляных каналов блока Ситроен.

Так как обработка гнезд требует весьма большой точности, то естественно она разбивается на несколько черновых и чистовых операций. Существует ряд методов обработки гнезд подшипников, но во всех фрезеровка замков под крышку обычно предшествует расточке.

Сама *расточка* чаще всего производится уже после того, как крышки всех подшипников привернуты на место. Это создает известные трудности в производстве операции: обычно коленчатый вал опирается не менее чем на три опоры, и

часто число их увеличивается, доходя до девяти. Данная борштанга, проходящая сквозь все подшипники, должна направляться несколькими люнетами. Необходимость при установке блока на станок провести борштангу через все растачиваемые подшипники и все люнеты занимает довольно много времени.

Обычный метод, применяемый при расточке рам крупных машин (например дизелей), состоит в том, что борштанга вставляется без резцов, а резцы ставятся потом, причем их точная установка проверяется снятием пробной стружки. При массовом производстве такой метод является крайне мешкотным, и здесь обыкновенно прибегают к различным приемам, чтобы сократить время установки.

Радикальным способом является *введение метода расточки гнезд отдельно от крышек*. При таком способе работы борштанга с резцами может оставаться всегда на месте в приспособлении, а блок (или картер) ставится в него так, что гнезда проходят между люнетами.

Такой метод работы применяется например на одном из заводов Форда (Ирландия). Первоначально гнезда грубо обрабатываются на продольно-фрезерном станке одновременно с фрезеровкой плоскости соединения с поддоном (см. рис. 326). Размер оставляется на 1,5 мм меньше чисто-

вого. Далее блок устанавливается на приспособление, изображенное на рис. 360.

Борштанга с тремя развертками на ней проходит сквозь три люнета и приводится во вращение от шпинделя станка типа токарного. Подачу имеет все приспособление, установленное на суппорте.

Блок ставится на приспособление своей нижней плоскостью на две установочные шпильки, входящих в отверстия для подшипниковых болтов. Отливка удерживается на месте двумя планками *A—B*. Последние зажимаются от одного общего рычага и имеют уравновешивающее устройство, состоящее из рычага *C*, на который опираются болты, удерживающие планки. При отсутствии такого устройства нажим на верхнюю поверхность блока

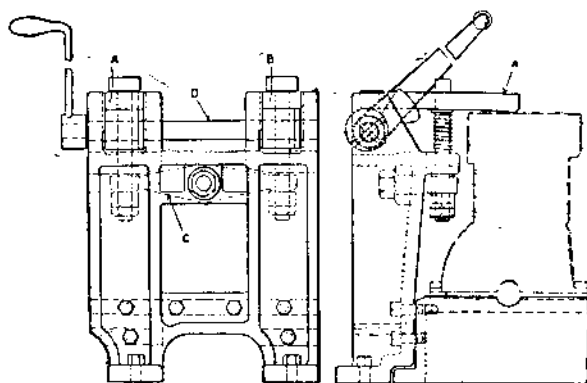


Рис. 360. Приспособление для расточки гнезда подшипников.

был бы различен для обеих планок и практически работала бы всегда только одна из них. Рычаг поворачивает ось *D*, на которой имеются два эксцентрика. При снятом блоке планки *A—B* удерживаются от падения пружинами. Время операции 0,45 мин. при скорости резания 22 м/мин. и подаче 150 мм в мин.

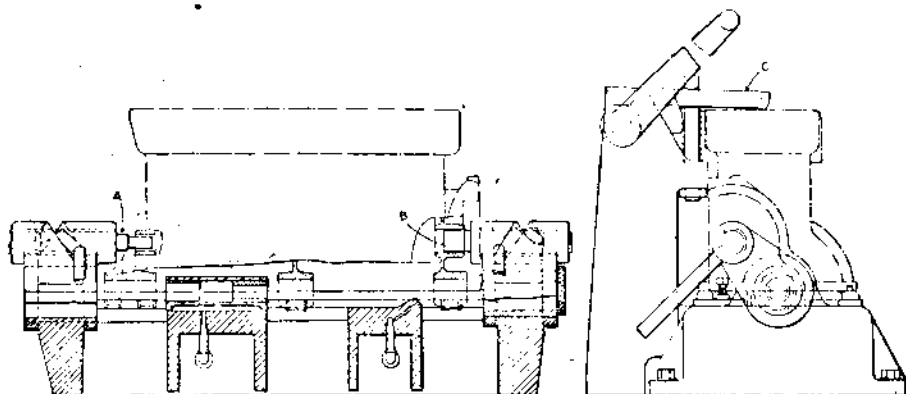


Рис. 361. Расточка подшипников коленчатого вала двумя зернками

Нужно сказать, что указанный метод является в данном случае вполне подходящим, так как здесь не требуется очень высокая точность расточки (гнезда прямо заливаются баббитом).

Окончательная расточка залитых баббитом подшипников производится с привернутыми крышками,

При расточке с привернутыми крышками (этот метод почти всегда применяется при чистовой расточке и обычно также при черновой), для сбережения времени на установку борштанги применяются в числе прочих следующие приемы:

а) *Расточка сразу с двух сторон зенкерами.* Рис. 361 показывает приспособление для расточки подшипников коленчатого вала (завод Форда в Ирландии). Станок имеет бабки с обеих сторон.

Приспособление рис. 361 дает установку блока от ранее расточенных подшипников распределительного вала, в которые входят штифты *A—B*. Зажимной механизм *C* того же устройства, что и на рис. 360. Другой пример подобной же операции на вертикальном станке был дан выше (см. рис. 354, 355).

б) *Расточки на горизонтальном станке сразу трех рядов подшипников* (рис. 362, 363). Использована двухшпиндельная головка. Блок ста-

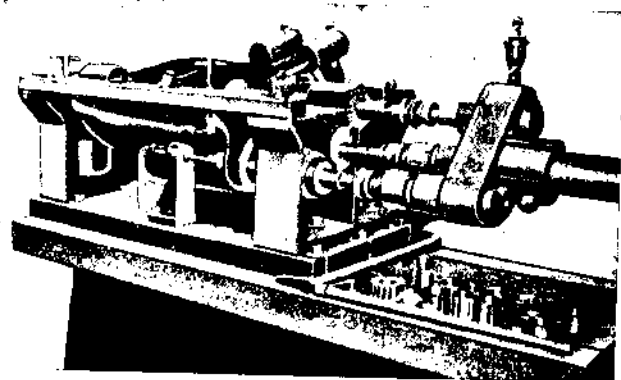


Рис. 362. Расточка трех подшипников одновременно.

вится в перевернутом состоянии, благодаря чему сборка борштанг с расточным инструментом осуществляется сравнительно удобно. Борштанги соединяются со шпинделем специальными патронами. Для возможности закладки блока в приспособление, люнеты сделаны откидными, их вес уравновешен противовесами. Скорость резания при развертывании в этом примере принята около 6 м. мин. при подаче 0,5 мм за оборот. Время операции 25 минут (Хотчкисс).

в) При способе работы аналогичном только что описанному можно избежать необходимости затрачивать время на надевание разверток на борштанги. Рис. 364 показывает приспособление фирмы Graham-Paige, Detroit. Блок ставится цилиндрами вниз на контрольные штифты. Приспособление накладывается (оно устроено на шарнире) на блок сверху и закрепляется на нем при помощи кулачкового зажима *A*, захватывающего фланец блока. Точное положение приспособления гарантируется контрольными штифтами *D*. В рабочем положении шесть люнетов *B* входят в промежутки между подшипниками и придают оси разверток *C* в положение, при котором они находятся на оси борштанги. Для того чтобы развертки не проворачивались во время просовывания борштанги, они удерживаются резиновыми колодками. Укрепив приспособление, пропускают борштангу *E*, которая, пройдя сквозь все развертки, может быть присоединена быстро захватывающим патроном *F*.

развертки не могут вращаться, и двигаться на борштанге, так как этому препятствуют штифты, входящие в продольную канавку на ней и далее после

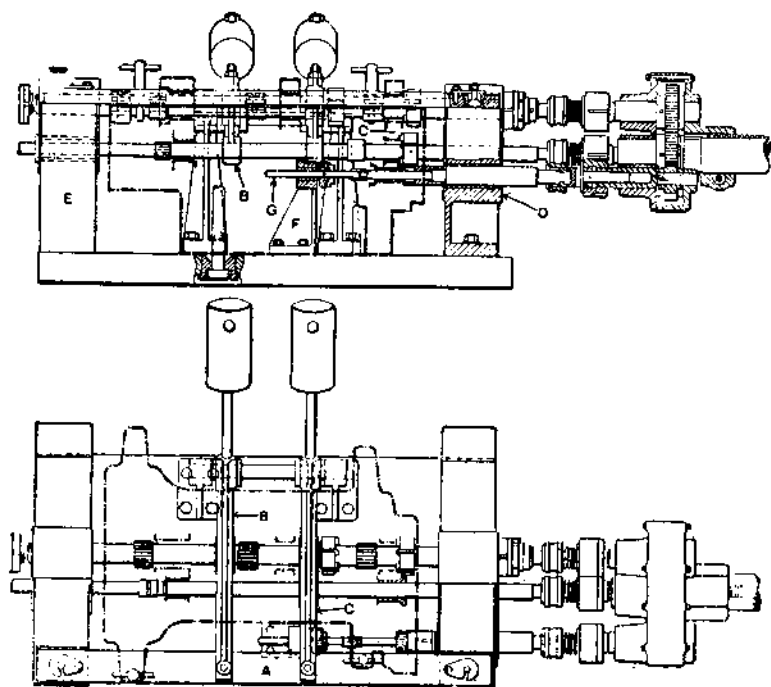


Рис. 363. Детали приспособления, изображенного на рис. 362.

поворота борштанги в боковые отверстия этой канавки. Крайняя развертка просто укреплена на конце борштанги.

Что касается развертывания подшипников распределительного вала, то борштанга *G* без затруднений протаскивается сквозь отливку и присоединяется ко второму шпинделю *H*, так как подшипники этого вала разных диаметров со ступеньками, уменьшающимися слева направо. Резиновые колодки *C* отводятся во время работы при помощи специального механизма. После окончания операции резвертки опять ими закрепляются в опреде-

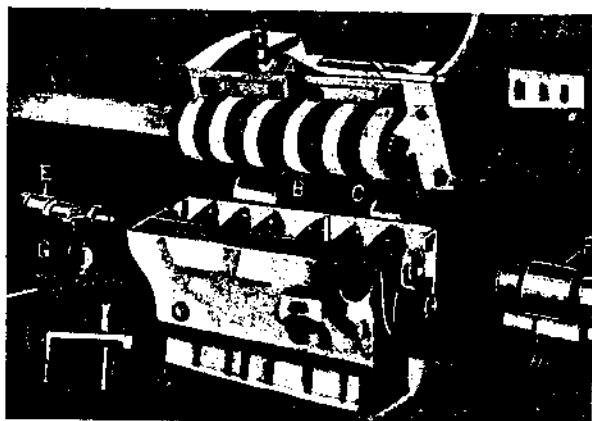


Рис. 364. Приспособление Graham-Paige для быстрой установки борштанги.

ленных положениях и борштанги вытаскиваются. Припуск на развертывание (по диаметру) около 0,25 мм при допуске 0,025 мм. Размер отверстия 73 мм.

Расточка подшипников алмазными резцами (рис. 365) (фирма Leyland Motors Ltd). Расточка алмазом получила в настоящее время некоторое распространение в автомобильной промышленности и будет описана подробнее

ниже, в главе о расточке головок в шатунах, для чего она чаще всего применяется. Здесь нас интересует конструкция приспособления, позволяющая вставить борштангу, не вынимая резцов. В приспособлении имеется 4 люнета, из коих два средних имеют нижние половинки *A—B* откидные. Вынимая втулки из подшипников *C—D* и откидывая указанные половинки люнетов, мы опускаем борштангу настолько, что резцы легко проходят сквозь нерасточенные подшипники картера. Борштанга присоединяется к шпинделю при помощи гибкой муфты. Давление подачи передается через центрально расположенный стальной шарик.

Диаметр вкладышей, залитых баббитом, равен 60 мм. После установки в картер они имеют размер на 1,5 мм меньше меры и сначала развертываются с припуском 0,175 мм на диаметр под *алмазную расточку*. Скорость резания ограничена станком и получается 75 м/мин. при подаче 0,075 мм за оборот. Целесообразно повысить скорость до 230 м/мин. при подаче 0,025 мм.

Не давая выигрыша во времени, алмазная расточка принята в данном случае, как дающая наилучшие результаты и избавляющая от какой-либо ручной пригонки в дальнейшем.

д) Следующий метод, служащий для ускорения установки борштанги, изображен на рис. 366. *Люнеты имеют прорезы для прохода резца*, укрепленного в борштанге так, что она может быть проведена насквозь без разборки резцов.

Заметим, что для расточки гнезд подшипников часто применяются расточные блоки Дэвис и Келли, описанные в главе XII

(рис. 204). Они очень упрощают сборку борштанги.

е) Наконец укажем на попытки введения специальных конструкций борштанг, резцы которых могут быть *спрятаны заподлицо с поверхностью ее*, а после введения борштанг на место вновь установлены на нужный размер автоматически. Некоторая нежность этого механизма и в особенности трудность избежать засорения стружкой мешают распространению данного устройства.

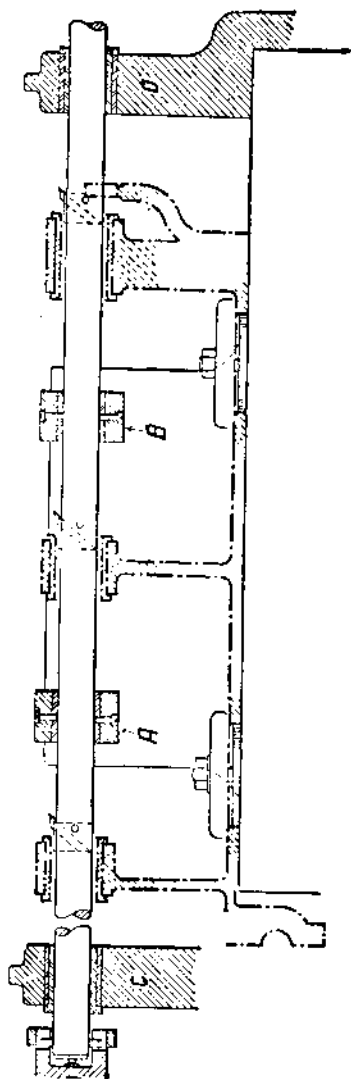


Рис. 365. Расточка линии подшипников алмазными резцами.

Обзор применяемых методов расточки показывает, что в большинстве из них время, затрачиваемое на установку изделия и инструмента, весьма велико и составляет значительно больший процент от машинного времени чем для других операций. Для приведения соотношения между ручным и машинным временами в должное соответствие на данной операции получило самое широкое применение двойное приспособление для расточки и развертки линий подшипников валов коленчатого, распределительного, вала магнето и т. д.

Рис. 366 показывает комплект двух таких приспособлений, из которых одно загружено блоком, а другое изображено пустым. На заднем плане видна бабка станка. Круглый стол поворачивается на 180° после расточки каждого блока. В то время когда один блок растачивается — другой устанавливается; таким образом затрата времени на установку не сопровождается простоем станка.

Указанная схема работы является типичной для данной операции и есть одно из применений принципа непрерывности обработки, с которым мы уже встречались выше (см. непрерывное фрезерование). Работа ведется обычно на

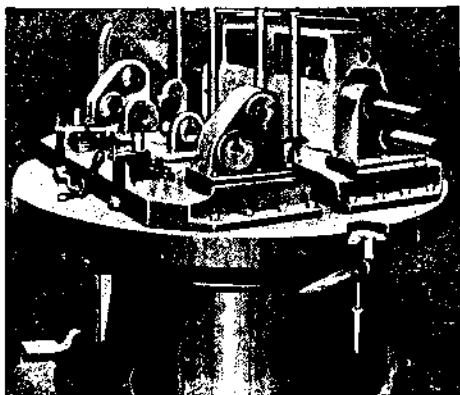


Рис. 366. Двойное приспособление для расточки с люнетами, имеющими прорезы для пропуска резцов.

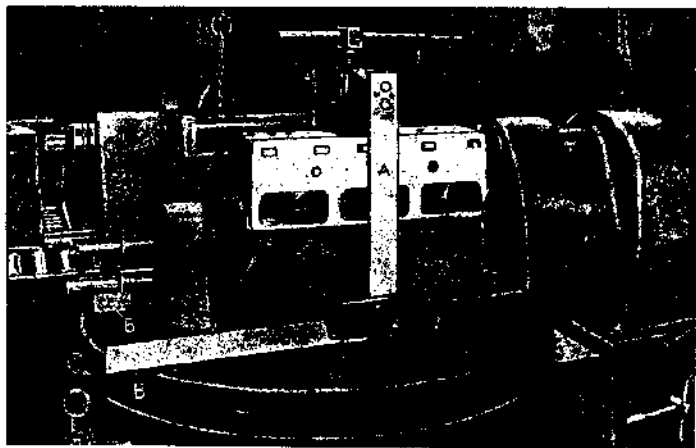


Рис. 367. Двойное приспособление для расточки линии подшипников Континенталь.

горизонтальном станке, имеющем бабку с таким числом шпинделей, сколько линий валов имеет блок. Соединение борштанг со шпинделями производится при помощи быстроцепляющихся муфт (байонетный затвор и другие типы).

Рис. 367 показывает расточку подшипников блока другой фирмы (Континенталь) таким же методом.

На рисунке видно зажимное приспособление *A* в виде скобы, захватывающей нижними концами укрепленные на столе полосы *B*, а в нерабочем состоянии перекатывающейся по этим полосам на роликах в сторону, позволяя снять блок.

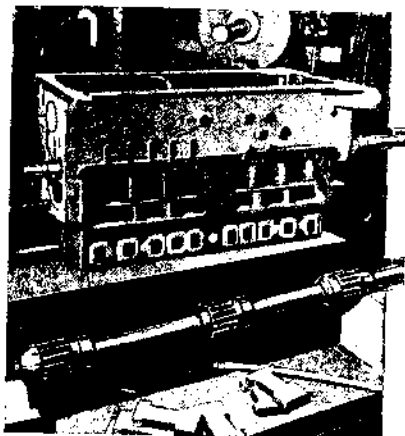


Рис. 368. Ручное развертывание линии подшипников.

Во всех приведенных примерах окончательная отделка подшипников производилась *разверткой*. В настоящее время шабрение вручную подшипников надо считать исчезнувшим из процесса массового производства автомобилей. Кроме развертки применяются:

а) *Вальцовка подшипников (burnishing)*. Операция заключается в том, что на борштанге укрепляется давящий каленый сухарь, который, не производя резания, при вращении борштанги и ее подаче уплотняет баббит и сообщает ему ровную блестящую поверхность. Операция следует за разверткой. На вальцовку оставляется по диаметру 0,005 — 0,008 мм.

б) *Расточка алмазом*. Пример приведен выше (рис. 365). Скорость резания здесь порядка 300 м/мин., а подача берется весьма малая, порядка 0,025 мм.

в) *Метод протяжки*. Он применяется редко, причем протяжка может

Для достижения полного совпадения осей подшипников обычно проходят в одну из последних операций все вкладыши подшипников, установленные на место и расточенные, развертками насаженными на общую скалку.

Такая операция иногда производится вручную, при массовом же производстве часто применяют для этой цели *пневматические сверлильные машинки*.

Рис. 368 показывает такую развертку для линии подшипников распределительного вала. Часто эта операция производится также на станках. В одном из таких случаев оставался на эту операцию припуск 0,06 мм на диаметр. Скорость резания была 9 м/мин. Подача вручную. Время операции 7 мин. 45 сек.

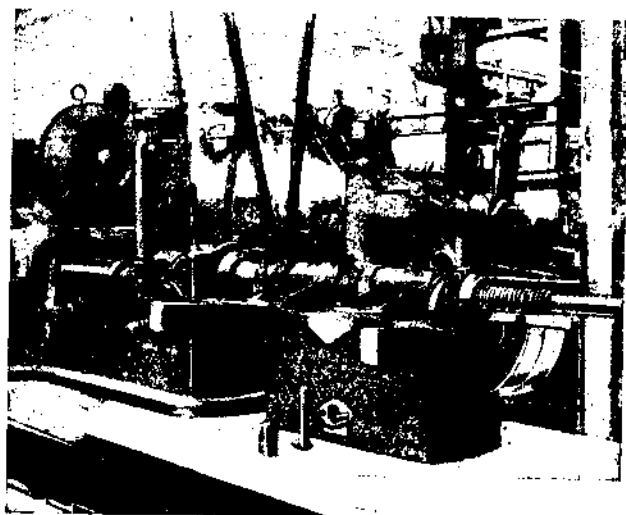


Рис. 369. Протяжка линии подшипников.

заменять собой и вальцовку, уплотняя металл своим гладким участком, следующим за режущей частью. Операция изображена на рис. 369 (Моррис).

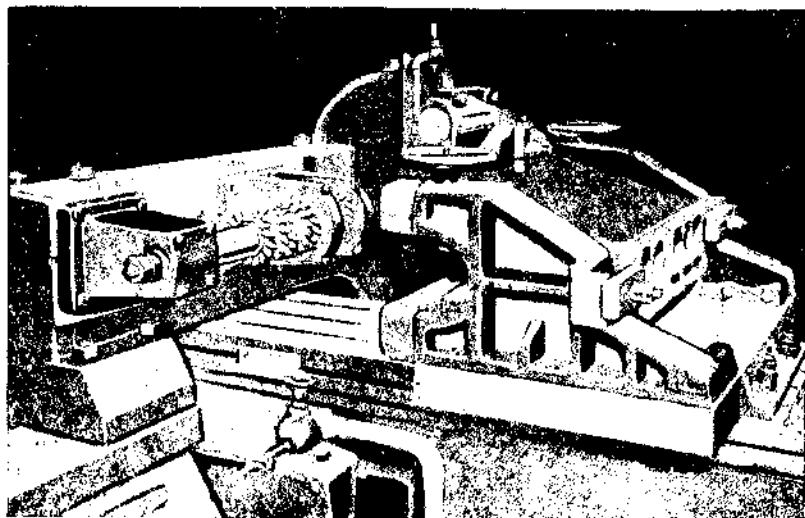


Рис. 370. Фрезеровка торцов гнезд подшипников коленчатого вала.

Торцы гнезд подшипников чаще всего обрабатываются набором фрез, причем подача блока производится перпендикулярно оси вала.

Рис. 370 показывает выполнение этой операции на автоматическом фрезерном станке Cincinnati Machine Co. Припуск на каждой стороне оставлен около 4 мм. Скорость резания 10 м/мин. и подача 25 мм в мин. Время операции 5 мин. 40 сек. Специальный станок для этой работы показан на рис. 371. Блок ставится на направляющие шпильки *A* и зажимается планками *B*. Фрезера *C* подаются снизу вверх и обслуживают центральный подшипник. Фрезер *D* выбирает канавку для маслосбрасывающего кольца.

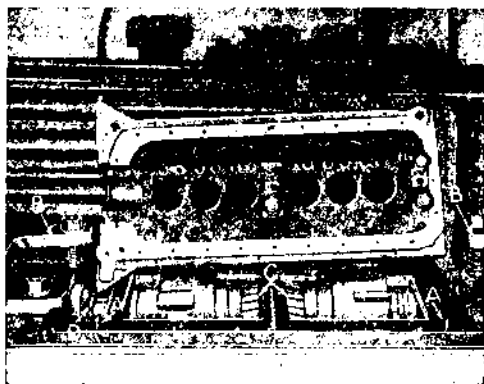


Рис. 371. Специальный станок для фрезеровки торцов гнезд подшипников.

Вместо фрезеровки часто производят облицовку ножами или специальными подрезками, которые укрепляются на борштангах. Иногда фрезеровку применяют для черновой, а подрезку для чистовой обработки.

11. Различные специальные операции.

Кроме описанных операций, представляющих наибольший интерес с общетехнологической точки зрения, в процесс обработки блока включен целый ряд других операций. Ограничимся здесь только несколькими.

а) *Обработка отверстий для направляющих втулок клапанов.* Обычно эти отверстия сверлятся и развертываются на многошпиндельных станках, причем сначала производится обработка всех отверстий сразу, одним родом

инструмента, а потом другим. Блок передвигается после первой операции в такое положение, чтобы второй ряд шпинделей приходился над отверстиями, обработанными шпинделями первого ряда. Рис. 372 иллюстрирует эту операцию. Первый ряд шпинделей снабжен комбинированными зенкерами и сверлами и обрабатывает 16 седел клапанов и надсверливает отверстия для направляющих. Второй ряд при помощи длинных сверл проходит эти отверстия до конца.

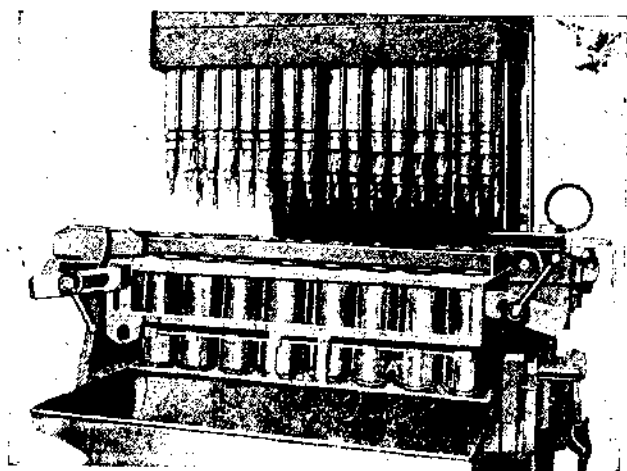


Рис. 372. Сверление отверстий для направляющих втулок клапанов.

Станок имеет гидравлический привод. Запрессовка 16 направляющих в тот же блок (Паккард) производится при помощи 15-тонного пресса. Все направляющие сначала вкладываются во втулки плиты А (рис. 373), которая затем ставится на цилиндрический блок при помощи направляющих шпилек. Далее блок устанавливается в такое положение, что пуансоны В пресса приходятся над втулками. Все 16 направляющих запрессовываются за один ход.

В других мастерских эта же операция часто производится под обыкновенным одношпиндельным рычажным прессом, что требует конечно значительно большего времени. Рис. 374 показывает такой пресс и рядом (слева) станок, на котором направляющие развертываются после запрессовки (В). Полоса А служит для облегчения передвижения блока при установке на пресс.

б) *Операции по очистке блоков после обработки.* Чаще всего применяется мытье в горячем содовом растворе. Процесс погружения в раствор и извлечения из него обыкновенно механизирован. Рис. 375 и 376 показывают предварительное и окончательное мытье в соде блока мотора Моррис.

В первом приспособлении блок крепится к вращающемуся колесу и остается в растворе около 3 мин., для

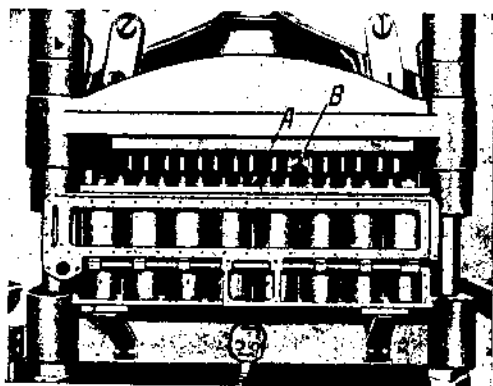


Рис. 373. Приспособление для запрессовки втулок (к рис. 372).

того чтобы удалить все стружки и грязь. Вторая промывка делается после чистовых операций. В этом случае блоки подаются сквозь аппарат при помощи самодвижущегося конвейера.

Иногда применяется очистка струей пара.

Масляные каналы промываются керосином; иногда для этого имеется специальная установка. Керосин очищается в сепараторе и вновь идет в дело.

12. Контроль.

Операции контроля включаются в разные пункты линии производства. Мы рассмотрели выше методы проверки отливки.

Теперь рассмотрим *проверку размеров блока во время и после его обработки*. Практика разных заводов существенно отличается.

На некоторых контроль производится почти после каждой операции, а на других главное внимание обращается на хорошее состояние при-

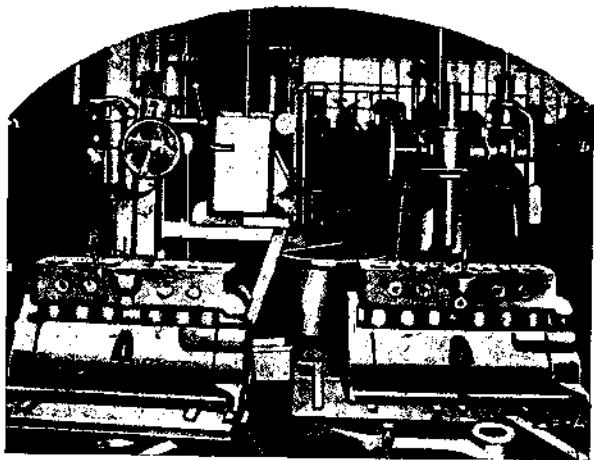


Рис. 374. Одношпиндельный рычажный пресс для за-
прессовки втулок клапанов.

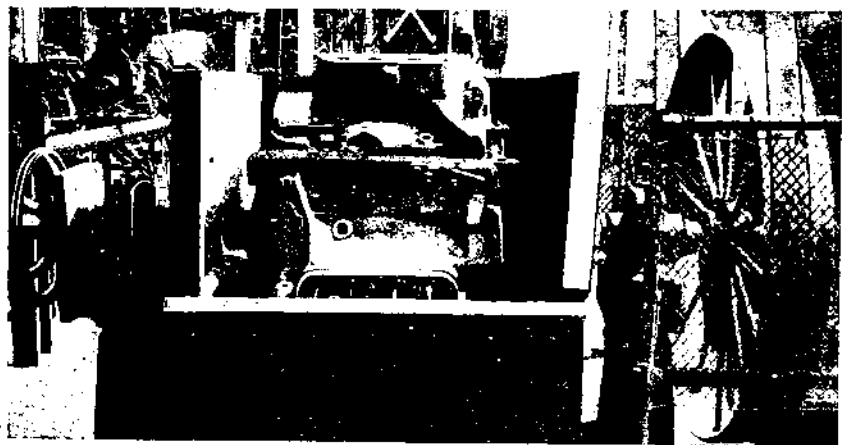


Рис. 375. Предварительная промывка в соде блока Моррис.

способлений и инструмента, контроль же самих изделий производится лишь в нескольких пунктах.

Приведем ряд примеров характерных методов измерений.

а) Проверка основных размеров: длины и высоты блока после фрезеровки. Для этой цели с удобством применяются большие предельные скобы. Рис. 377 и 378 показывают эти операции. Обращаем внимание, что скоба, примененная в последнем случае, составная, мерительные концы прикреплены к срединной части.



Рис. 376 Окончательная промявка блока Моррис.

б) Применение контурных шаблонов (рис. 379 и 380). Первый шаблон, наложенный на боковую поверхность блока, показывает расположение отверстий на этой поверхности. Второй служит для проверки положения отверстий цилиндров, клапанов и шпилек.

При помощи таких шаблонов можно проконтролировать каждый блок после фрезеровки и видеть размеры припусков на дальнейшую обработку. Пользование ими требует некоторого навыка, но в руках опытного контролера контурный шаблон дает возможность быстрых и верных отсчетов.

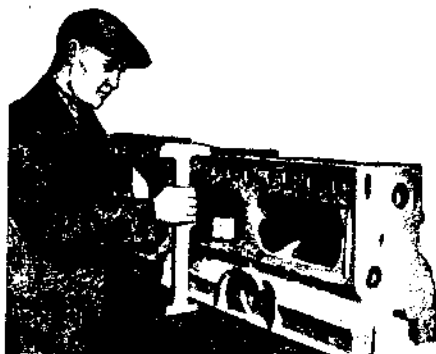


Рис. 377. Проверка высоты блока после фрезеровки.

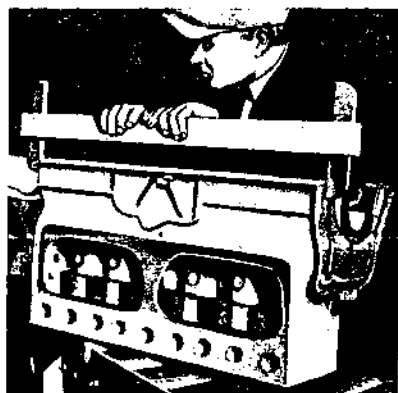


Рис. 378. Проверка длины блока после фрезеровки.

в) Проверка положения гнезд подшипников (рис. 381). Блок устанавливается цилиндрами на плиту так, что боковая его поверхность прислоняется к двум опорным штифтам. Качающиеся сухари А—А показывают положение гнезд относительно остальной отливки, калибр В—ширину их, а калибр С—глубину от плоскости стыка с масляным поддоном. Одновременно контролируется правильность этой плоскости. Существует много остроумных приспособлений для проверки положения гнезд подшипников.

г) *Обработка плоскости притиром на специальном станке.* От горизонтальных плоскостей блока или картера требуется гладкость во избежание просачивания масла. Требование иметь совершенно непроницаемые соединения заставляет некоторые фирмы прибегать к несколько необычным методам отделки поверхностей картера. Метод, применяемый фирмой Мармон, состоит в обработке плоскости притиром на специальном станке. Притиру сообщается одновременно вращательное и поступательное движение. При проверке линейкой обработанной таким образом плоскости требуется, чтобы отклонения от плоскости нигде не превышали 0,075 мм.

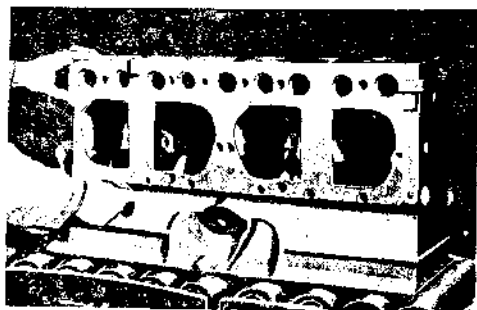


Рис. 379. Контурный шаблон для проверки расположения отверстий на боковой поверхности блока.

д) *Проверка расточки линии подшипников валов.* Правильность расточки линии подшипников коленчатого и распределительного валов чаще всего проверяется при помощи калиброванной круглой скалки, вставляемой вместо вала. Диаметр скалки делается на величину допуска меньше диаметра расточки (на практике ряда американских заводов эта разность диаметров принята 0,012 мм). Если скалка свободно вра-

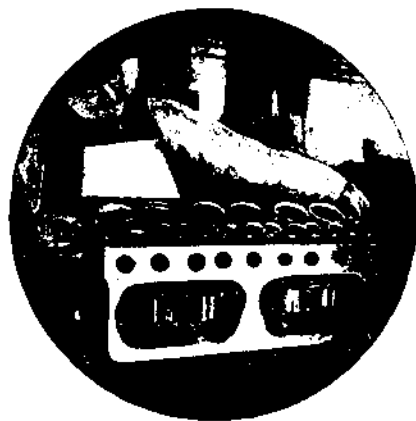


Рис. 380. Контурный шаблон для проверки расположения отверстий на верхней поверхности блока.

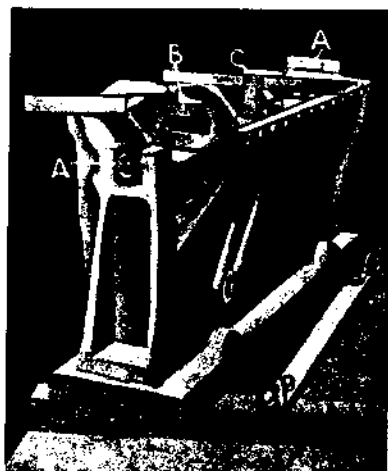


Рис. 381. Приспособление для проверки положения гнезд подшипников.

щается, то расточка признается произведенной правильно. Рис. 382 показывает проверку этим методом линии девяти подшипников.

Несколько иной метод производства той же операции, применимый при трех подшипниках в блоке, заключается в том, что скалка пропускается через два из них, а индикатор, прикрепленный к кону скалки, опирается

штифтом на поверхность третьего подшипника. Вращая скалку, мы можем не только видеть, правильно ли расположен третий подшипник по отношению к первым двум, но и величину ошибки, если таковая имеется.

е) *Определение правильности взаимного положения различных валов, сцепленных шестернями.* Ошибка в расположении этих валов ведет к шумной работе шестерен и их быстрому износу.

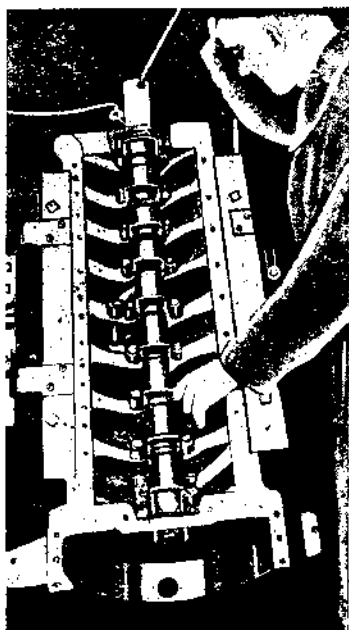


Рис. 382. Проверка расточки линии подшипников мерной скалкой.

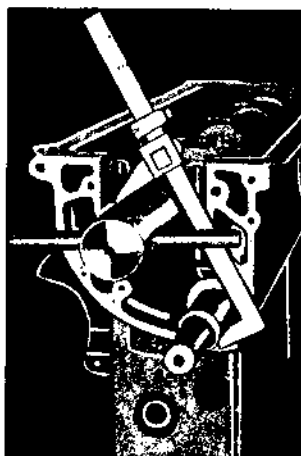


Рис. 383. Проверка расстояния между осями двух валов штангенциркулем.

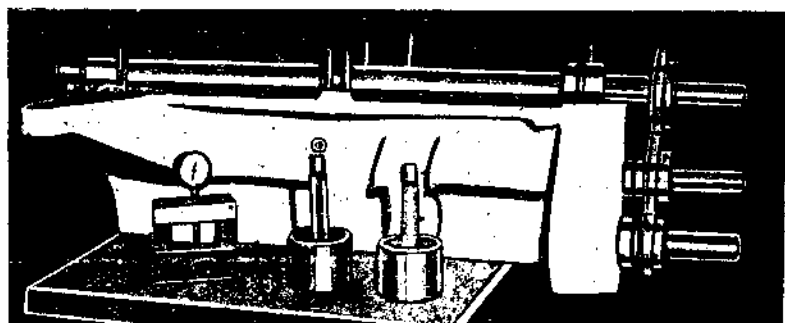


Рис. 384. Проверка расстояния между валами при помощи мерных дисков.

Простой метод проверки расстояния между осями показан на рис. 383. Две мерные пробки входят в подшипники, а расстояние между ними легко определяется подсчетом, если известны диаметры пробок и взят замер большим штангенциркулем или микрометром. Способ удобен при двух валах.

Более совершенный метод показан на рис. 384. На концах скалок,

вставленных в подшипники, имеются диски, изображающие начальные окружности сцепляющихся шестерен. Величина зазора между дисками, измеряемая щупом, показывает точность установки валов.

ж) *Проверка перпендикулярности торца блока со стороны маховика к линии коленчатого вала* (рис. 385). Скалка, лежащая на двух крайних подшипниках с рычагом на конце, несет индикатор, касающийся испытываемой поверхности. Вращая ее, можно видеть по показаниям индикатора величину отклонения от перпендикулярности. Весь прибор подвешен на блоке и уравновешен грузом. Благодаря такому устройству он легко убирается, когда им не пользуются. Заметим, что такой метод подвешивания тяжелых инструментов и приборов (дрели и т. п.) применяется часто и с большим удоб-



Рис. 385. Проверка перпендикулярности торца блока к линии коленчатого вала.

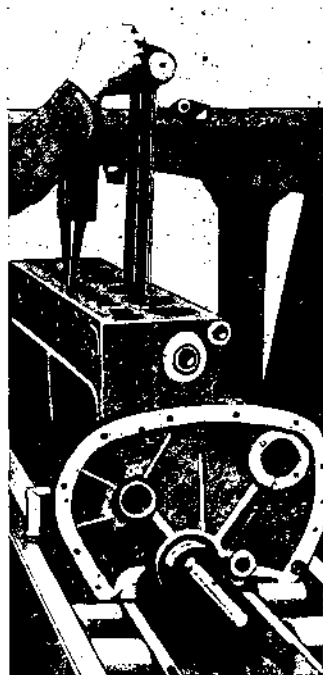


Рис. 386. Приспособление для проверки перпендикулярности осей цилиндров оси вала.

ством, так как инструмент всегда готов к употреблению и в то же время не требует места для хранения и никаких усилий для подноса его к месту работы.

и) *Соблюдение строгой перпендикулярности осей всех цилиндров оси коленчатого вала.* Это требование является самым важным условием для правильной работы мотора. В автомобильном производстве, где ручная пригонка исключается, соблюдение этого условия обеспечивается лишь точностью производства всех операций над блоком. Указанная перпендикулярность достигается тем, что оси всех цилиндров растачиваются строго перпендикулярно плоскости основания блока, а ось подшипников коленчатого вала растачивается параллельно этой плоскости. Очевидно для получения хороших результатов требуется, чтобы плоскость основания была выполнена возможно более правильно, а расточные станки имели бы шпинделя строго перпендикулярные или соответственно параллельные плоскостям столов или опорным поверхностям зажимных приспособлений. Конечно, сами при-

способления и шпинделя должнч находиться в безукоризненном состоянии. Здесь мы имеем пример такой погрешности, величина которой обусловли-

вается не столько степенью внимательности рабочего, сколько состоянием оборудования. Поэтому проверка перпендикулярности осей цилиндров оси вала сводится к проверке станков и приспособлений. Необходимо время от времени брать блоки на проверку на плиту, где и производить самое точное определение погрешности в угловых соотношениях. Некоторая сложность этих определений здесь допустима, так как на такую выборочную проверку берутся лишь немногие блоки (например один из дневной партии).

Вообще в автомобильном массовом производстве точность зависит не столько от рабочего, сколько от станков и прочего оборудования. Поэтому некоторые заводы

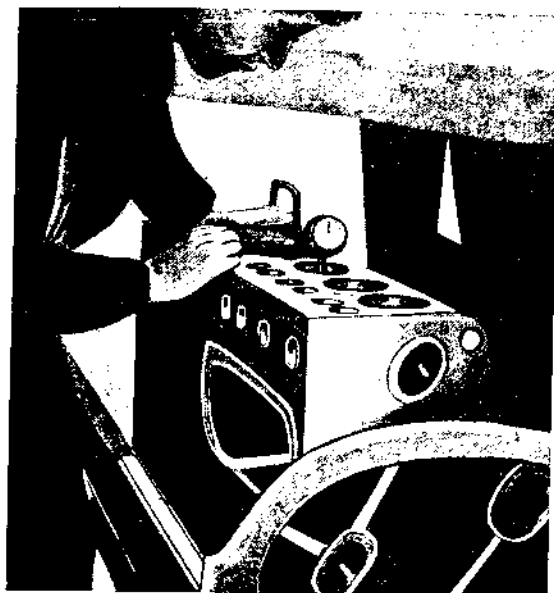


Рис. 387. Прибор рис. 386 в действии.

сокращают контроль в самих производственных цехах, заменяя большую часть его контролем оборудования, который проще всего достигается выборочной тщательной проверкой как всех размеров, так и перпендикулярности различных осей и плоскостей в одном изделии из партии (практика например Reo Motor Car Co).

Возвращаясь к проверке взаимного положения осей цилиндров и вала, опишем один несколько сложный, но остроумный прибор для этой цели, применяемый на одном американском заводе (рис. 386). Стойка, расположенная с правой стороны, прижимается к стенке испытываемого цилиндра, а стойка, изображенная слева, входит в соседний цилиндр. Вместо коленчатого вала вставляется калибровая скалка, которой касается нижний конец стержня на конусной части второй стойки. Указатель индикатора, находящегося на первой стой-



Рис. 388. Осмотр внутренней поверхности цилиндра.

ке, касаясь скалки под этой стойкой, покажет величину отклонения в положении оси цилиндра от перпендикулярной. Рис. 387 показывает прибор в действии. Перемещая прибор из одного цилиндра в другой, мы поочередно испытываем их все.

к) *Гидравлическое испытание плотности отливки.* Эта операция часто производится дважды после грубой расточки и после окончательной отделки. При массовой фабрикации гидравлическое испытание обыкновенно включается в поток.

Приспособление завода Graham-Paige для гидравлической пробы, установлено на продолжении роликового транспортера так, что блок втаскивается на него без труда. Вместо крышки цилиндров ставится специальная плита, уплотняющая все отверстия, через которые видна внутренность цилиндров. Блоки освещаются снизу, а сверху установлены наклонные зеркала, которые позволяют заметить присутствие течи в любом цилиндре.

Конструкций приспособлений для гидравлического испытания много, и все они имеют целью *заглушить отверстия в рубашке блока* и дать возможность быстро и удобно присоединить блок к трубопроводу от насоса. Осмотр внутренности цилиндров часто производится независимо от гидравлического испытания. Рис. 388 показывает блок поставленный на плиту, имеющую вырез под блоком, сквозь который цилиндры освещаются снизу. Все пороки на стенках хорошо видны при осмотре их сверху. Приспособления для измерения диаметра самих цилиндров были описаны выше в главах III и XIV.

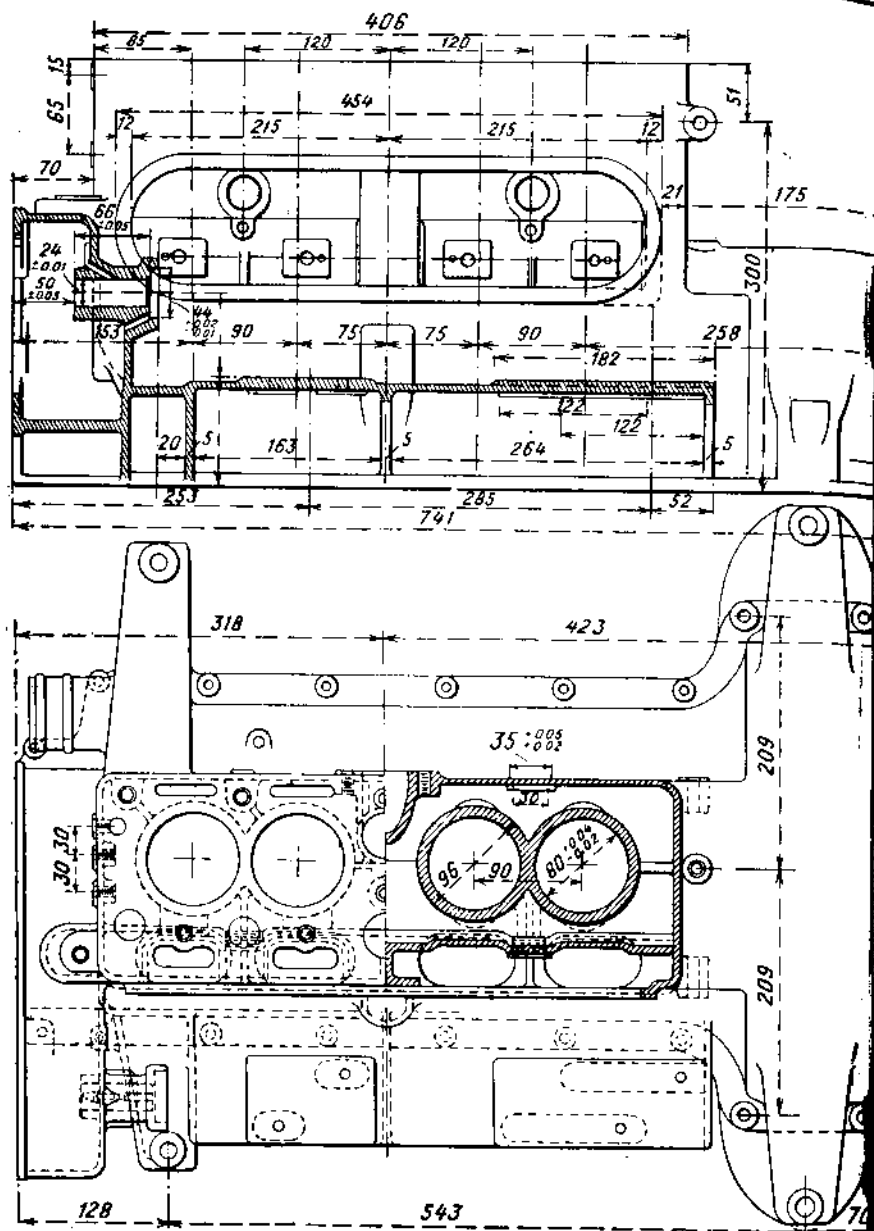
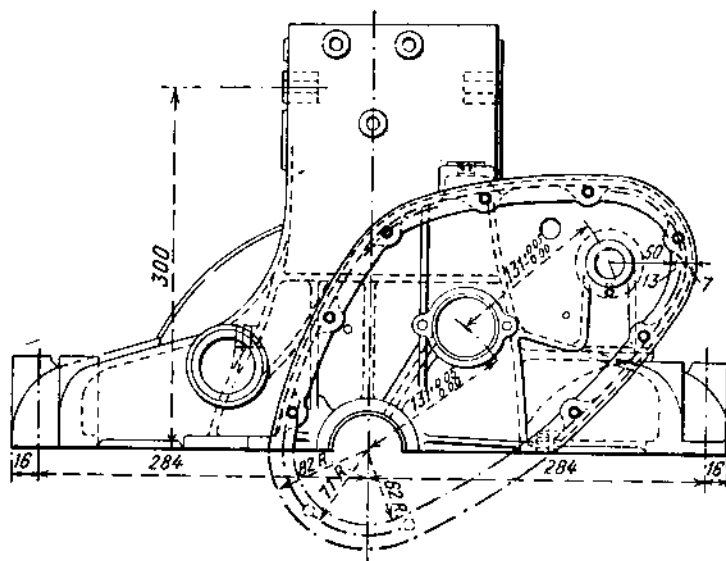
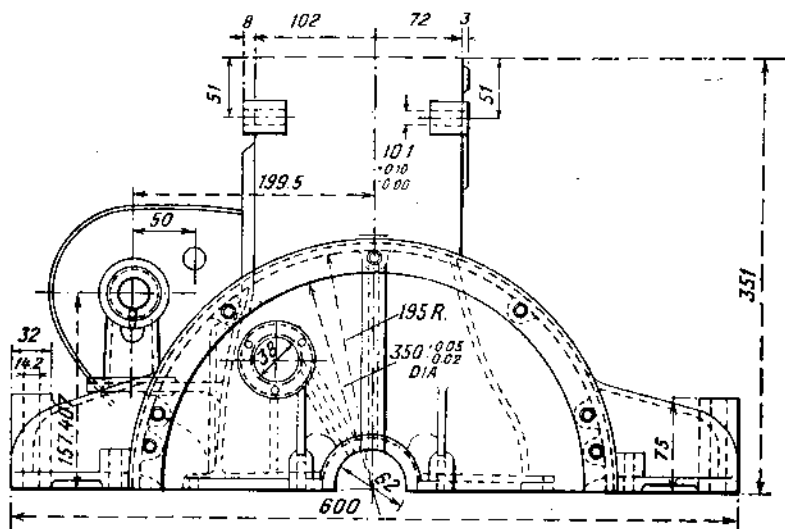


Рис. 389. Четырехцилиндровый



ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ.

ТИПИЧНЫЕ ПЛАНЫ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЛОКОВ.

Приведем несколько типичных планов операций с указанием времен обработки. Сначала мы возьмем пример производства небольшого масштаба и постепенно перейдем к плану обработки, применяемому на заводах крупного массового производства.

Завод Хотchkисс и Ко (Франция).

Ниже мы даем план обработки блоков (табл. 53) при выпуске 100 шт. в неделю, хотя оборудование позволяет увеличить выпуск. При таком скромном размере производства оно базируется главным образом на использовании стан-

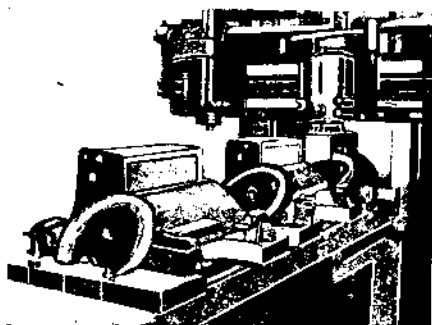


Рис. 390. Первая фрезерная операция по блоку Хотchkисс.



Рис. 391. Установка блока Хотchkисс в приспособление для первой фрезерной операции.

дартных станков, снабженных приспособлениями. Тем не менее весь технологический процесс тщательно проработан и общие результаты получились такие, что завод мог конкурировать с другими предприятиями более крупного масштаба.

Рис. 389 показывает четырехцилиндровый блок Хотchkисс, обработку которого мы рассматриваем. Диаметр цилиндров 80 мм, ход поршня 120 мм. В таблице приведены главнейшие операции.

Перечисленные главнейшие операции по блоку занимают 383 мин. Полное время обработки блока 476 мин., т. е. 7 ч. 56 мин.

Оригинальной особенностью принятого метода обработки является третья операция. Правильная установка во время первой операции предreshает

Таблица 53.

План операций при обработке блока Хотchkисс.

№	Операция	Станок	Время в мин.
2	Травление	—	—
3	Установка приспособлений и фрезеровка	Фрезерн.-продольный	15
4	Сверление и расточка лап	Радиально-сверлильный	10
5	Фрезеровка нижней плоскости	Фрезерн. продольный Ingersoll	12
6	Черновая расточка цилиндров	Расточный Moline	20
7, 8	Гидравлическое испытание и контроль	—	—
10	Сверление 25 отверстий на верхней плоскости	Многошпиндельный сверлильный Natco	8
11	Фрезеровка приливов для магнето и динамо	Вертикально-фрезерный Becker № 6	20
12	Фрезеровка площадок для выпускного трубопровода и для крышек клапанов	Горизонтально-фрезерный Cincinnati № 3	20
13	Фрезеровка торцов гнезд подшипников коленчатого вала	То же	20
14	Черновая фрезеровка гнезд подшипников коленчатого вала	То же	20
15	Фрезеровка переднего и заднего торцов	То же	25
16	Фрезеровка приливов для клапанных направляющих	То же	12
17	Окончательная расточка и нарезка дыр на верхней плоскости	Радиально-сверлильный Fosdick	25
18	Сверление и нарезка боковых поверхностей блока	Радиально сверлильный Cincinnati	25
19	Черновая расточка и облицовка гнезд для валов кулачкового и для магнето	Радиально-сверлильный Asquith	25
21	Постановка крышек подшипников коленчатого вала	—	4
22	Чистовая расточка подшипниковых гнезд валов коленчатого, кулачкового и вала магнето и облицовка торцов	Расточный Rockford	25
25	Сверление передней и задней сторон блока	Многошпиндельный сверлильный Fox	12
29	Чистовая расточка цилиндров и развертка	Расточный Moline	20
30	Раскатка цилиндров роликами	Сверлильный Bouhey	12
32	Расточка направляющих клапанов	Расточный Moline 6D	20
33	Протяжка направляющих клапанов	Пресс Lucas	8
34	Сверление и нарезка масляных отверстий и пр.	Радиально-сверлильный Fosdick	25
37	Промывка в соде	—	—
38	Прочистка отверстий	—	—
39, 40	Гидравлическое испытание и контроль	—	—

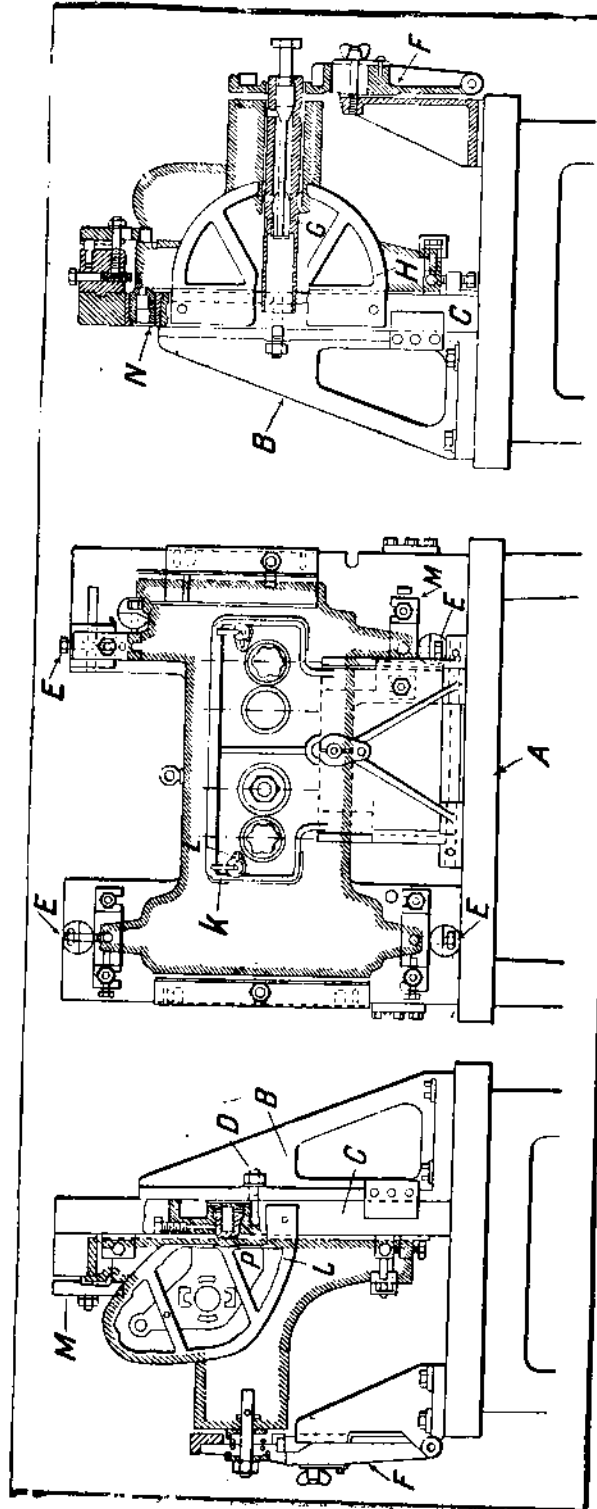


Рис. 392. Приспособление для первой фрезерной операции по блоку Хотчкисс.

всю дальнейшую обработку изделия. Мы видели выше, что часто вводится специальная операция: фрезеровка опорных площадок и предшествующая проверка отливки на плите.

Метод Хотчкисс оригинален — здесь проверка соединена с установкой в специальное приспособление для первой фрезеровки (верха).

Рис. 390 показывает три блока, установленные на столе продольно-фрезерного станка на специальных плитах.

Рис. 391 дает представление о внешнем виде всего устройства, а рис. 392 — эскиз самого приспособления. При установке за исходную поверхность принимается черновая поверхность цилиндров. Блоки закрепляются на установочные плиты с передней части станка и снимаются с задней.

По снятии со станка и окончании сверлильной операции (4) эти плиты по роликовому транспортеру передаются обратно для установки на них нового блока. Для закрепления блока на плите С послед-

няя ставится в вертикальное положение на угольник *В* (рис. 392), установленный на чугунной плите *А*, и укрепляется на нем болтами *Д*. Блок поднимается легкой ручной талью и укрепляется в приблизительно верном положении болтами *Е*, которые прижимаются к лапам блока. После этого накладывается кронштейн *Г*, который имеет отверстия для четырех разжимных оправок *О*, проходящих сквозь цилиндры и выходящих в направляющие, имеющиеся в установочной плите *С*. Эти оправки *О* и малые штифты *К—Л*, которые указывают расположение литых отверстий в водяной рубашке, а также листовые профильные шаблоны *Н—J* позволяют точно установить блок в правильное положение для обработки.

Очевидно, что при такой установке нижняя плоскость блока не будет по всему своему контуру прилегать к установочной плите. Поэтому для получения жесткого закрепления под места расположения нажимных планок *М* подведены опорные кнопки *Н*, и кроме того в разных местах по окружности расположены дополнительные пружинные опоры *Р* (закрепляемые болтиками). Закрепление блока достигается нажатием планок *М* и болтов *Е*.

Самая плита устанавливается на столе фрезерного станка при помощи гребня, входящего в паз стола.

Нужно заметить, что блок не снимается с установочной плиты тотчас же после фрезеровки, а подается вместе с нею на радиально-сверлильный станок, где, пользуясь плитой как кондуктором, сверлят сквозь отверстия в опорных штифтах — отверстия в лапах. Благодаря такому методу эти отверстия оказываются правильно расположенными относительно всех поверхностей блока и могут служить для установки в дальнейших операциях.

Просматривая план операций далее, мы видим в общем применение обычных методов, принятых и в более крупных производствах. Исключение составляют операции 17—19 и 34, которые выполняются на радиально-сверлильных станках вместо специальных многошпиндельных. Применение многошпиндельных станков однако не исключено, и операции 10 и 25 выполняются на них, причем многошпиндельные станки используются каждый для нескольких операций. Приспособления сконструированы так, что позволяют быструю перестановку (см. выше рис. 350, 351, 352). Интересен еще инструмент для одновременной чистовой расточки и развертки цилиндров (рис. 218).

Относительно режима работы надо сказать, что он на большинстве операций довольно умеренный.

Приводим несколько типичных примеров.

№	Операция	Припуск мм	Скорость м/мин.	Подача мм
3	Фрезеровка верха	5	20	2,5
22	Развертка гнезд подшипников	0,8 мм на диам.	6	за оборот 0,5
29	Чистовая расточка и развертка цилиндров (в одну операцию)	0,2 мм на диам.	8	за оборот 13 мм в мин.

Примечание. На развальцовку оставляется 0,01 мм.

Таблица 54.

План операций при обработке блока Форда на заводе в Корке.

№	Операция	Станок	Время на единицу	Скорость резания м/мин.	Подача мм/мин.	Глубина резания мм
1	Фрезеровка установочных площадок	Горизонтально-фрезерный станок	1—30	28	90	1,5
2	Фрезеровка нижней плоскости и черновая фрезеровка гнезд подшипников коленчатого вала	Продольно-фрезерный Ingersoll	2—45	14,7	200	3,2
3	Сверление 6 дыр для болтов подшипников коленчатого вала	6 шпиндельный вертикально-сверлильный Foote-Burt	2—00	19	75	—
4	Развертка двух дыр для болтов крайних подшипников	21" вертикально-сверлильный	—	7	ручная	—
5	Фрезеровка под кожух клапанов	Фрезерный	1—30	24	750	1,5
6	Фрезеровка соков и верха	Продольно-фрезерный Ingersoll	2—45	14,4	200	3,2
7	Черновая расточка	Расточный - вертикальный	2—30	11,2	90	4
8	Гидравлическое испытание	Специальная машина	0—45	—	—	—
9	Развертка линии гнезд подшипников коленчатого вала	Токарный станок	0—45	23	150	1,5
10	Фрезеровка торцов гнезд подшипников	Фрезерный станок	1—25	15	50	3,2
11	Фрезеровка под передний кожух и у бобыны	То же	1—30	18	—	1,5
12	Получистовое развертывание цилиндров	Вертикально-расточный	1—40	10,3	125	0,8
13	Сверление направляющих клапанов	Сверлильный Foote-Burt	3—00	20	40	—
14	Развертывание тех же отверстий и расточка гнезд клапанов	Вертикально-сверлильный	1—30	(4,3) (17)	30	—
15	Сверление и развертывание отверстий для толкачей клапанов	То же	1—45	12	60	—
16	Сверление 41 отверстия	Спец. 4-сторонний станок Foote-Burt	0—50	14,5	75	—
17	Чистовое развертывание цилиндра и зенковка (конус)	Расточный Moline-Hole Hog	3—40	8,8	55	—
18	Облицовка дыр для болтов подшп. кол. вала	Вертикально-сверлильный	1—20	—	—	—
19	Облицовка дыр во фланце картера	Вертикально-сверлильный Cogoda	—	—	—	—
20	Сверление 17 отверстий	Вертикально-сверлильный	0—40	14,7	75	—
21	Обточка блока со стороны передач и бобыны	24" токарный	3—00	17	25	3,2

№	Операция	Станок	Время на единицу	Скорость резания м/мин.	Подача мм/мин.	Глубина резания мм
22	Фрезеровка высмки и под кожух передач	Фрезерный	1—00	22,5	250	3,2
23	Расточка подшипников распределительного вала	Токарный	2—50	29,3	75	—
24	Сверление отверстий для анкерных болтов	Специальный	0—20	10	25	—
25	Облицовка и разбуровка отверстий для шпилек распределительного вала	Вертикально-сверлильный Corona	0—40	—	—	—
26	Заливка баббитом подшипников коленчатого вала	—	0—25	—	—	—
27	Сфрезеровывание излишков баббита с подшипников	Фрезерный	0—20	—	—	—
28	Сверление дыр для шпилек кожуха передач	Многошпиндельный сверлильный	—	—	—	—
29	Фрезеровка углублений для привода к распредел. зажигания	Вертикально-сверлильный	0—30	—	—	—
30	Сверление и разбуровка отверстий выпускного трубопровода	Сверлильный Foot-Burt	1—10	11,6	35	—
31	Фрезеровка прилива для стартера	Фрезерный	3—00	12	140	2,5
32	Нарезка отверстий для бобины	Вертикально-сверлильный	0—15	—	—	—
33	Нарезка дыр для винтов переднего кожуха	То же	0—35	—	—	—
34	Нарезка дыр для шпилек на верхней поверхности блока (15)	Нарезной Asquith	0—35	—	—	—
35	Нарезка боковых отверстий трубопровода (10)	Вертикально-сверлильный Jones & Shipman	0—35	—	—	—
36	Сверление дыр для смазки подшипников коленчатого вала	Вертикально-сверлильный Corona	0—35	9	—	—
37	Обдирка седел клапанов	Вертикально-сверлильный Jones & Shipman	—	—	—	—
38	Сверление 2 вентиляц. отверстий и 2 дыр для масла в картере	Вертикально-сверлильный	0—25	—	—	—
39	Развальцовка цилиндров	Вертикально-сверлильный Corona	1—05	40	170	—
40	Сверление и разбуровка дыры для пробки в водяной рубашке	Вертикально-сверлильный	0—35	—	—	—
41	Окончательное гидравлическое испытание	Спец. приспособление	1—10	—	—	—

№	Операция	Станок	Время на единицу	Скорость резания м/мин.	Подача мм/мин.	Глубина резания мм
42	Постановка крышек подшипников	—	1—20	—	—	—
43	Запрессовка втулок подшипников кулачкового вала	Рычажный пресс	0 1	—	—	—
44	Нарезка отверстий во фланце водяного трубопровода	Нарезной Garvin	0—15	—	—	—
45	Расточка подшипников коленчатого вала	Типа токарных	1—30	80	250	—
46	Скругление подшипников коленчатого вала и развртка для распределительного вала	Специальный	0—50	—	—	—
47	Промывка	Машина Niagara	—	—	—	—
48	Продувка всех отверстий	Ручная операция	—	—	—	—
49	Отделка седел клапанов вручную	То же	2—00	—	—	—
50	Контроль	—	—	—	—	—
51	Зачистка и пр.	—	—	—	—	—

Примечание. Время везде дано на единицу, т. е. на весь блок, если он обрабатывается целиком, и на часть блока, если операция состоит в последовательной обработке нескольких одинаковых частей блока (например заливка подшипников баббитом и т. д.).

• 2. Завод Генри Форд в Корке (Ирландия). ¹⁾

Завод является отделением американской фирмы Форда и, несмотря на сравнительно небольшие размеры производства — 30 блоков в час — использует многие преимущества знаменитой фордовской организации. Завод имеет поточные литейную и механические мастерские.

Блок четырехцилиндровый с диаметром цилиндров 95 мм (3,75") отлит вместе с верхней половинкой картера. Вес блока вчерне равен 49 кг (107 англ. фунт.). Снимается в виде стружки 9—10,5 кг (20—23 англ. фунт.).

Вся обработка состоит из 51 операции, причем некоторые рабочие обслуживают по два станка, так что число рабочих равняется только 35. Рассмотрим план операций (табл. 54).

Полное время, расходуемое на обработку блока, 116 мин.

Первой операцией является фрезеровка трех опорных площадок на верхней поверхности блока, который устанавливается для этого на бок на стол горизонтально-фрезерного станка. Вторая и шестая операции производятся одновременно на продольно-фрезерном станке.

¹⁾ Приведенные здесь методы в последнее время подверглись значительным изменениям в том же направлении, в котором развивался и американский завод Форда.

Блок с отфрезерованной нижней плоскостью снимается с задней стороны станка и передается опять к передней, проходя через операции 3, 4 и 5.

Для установки во всех последующих операциях служат: нижняя плоскость (отфрезерованная; операция 2) и два крайних из 6 отверстий для подшипниковых болтов (просверлены и развернуты; операции 3 и 4). Для сверления этих шести отверстий служит специальный станок, особенностью ко-

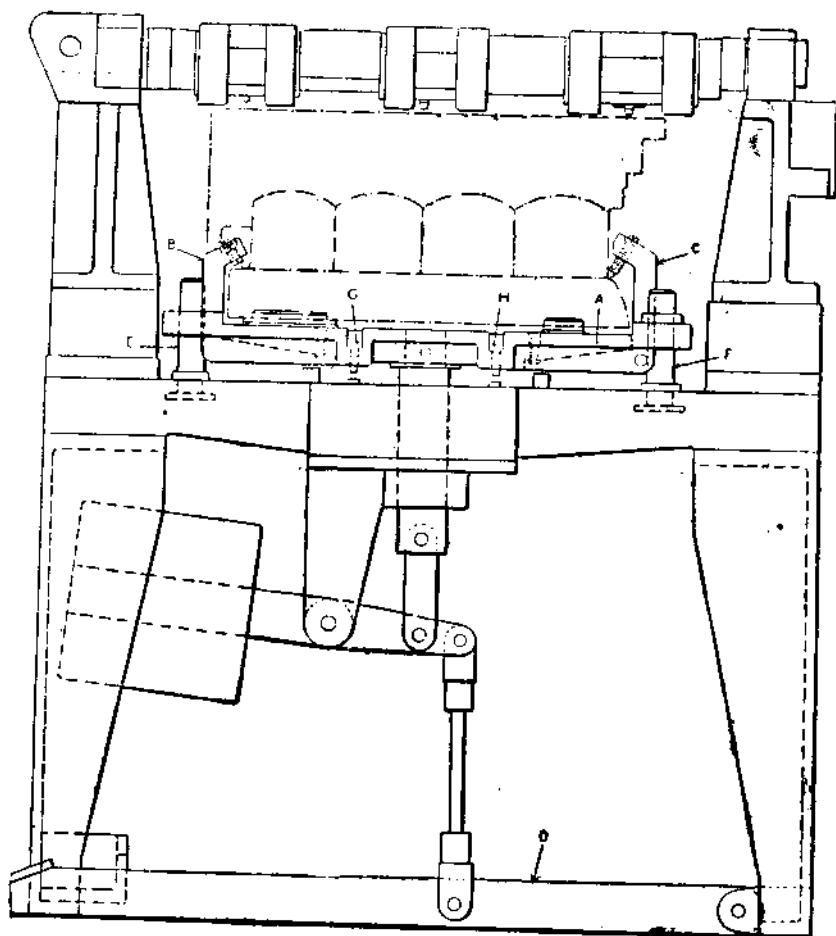


Рис. 393. Специальный станок Форда для заливки подшипников баббитом.

торого является расположение шпинделей снизу. Изделие имеет подачу вниз. Такое устройство имеет некоторое преимущество перед обыкновенным при глубоком сверлении, так как облегчает выход стружек (глубина сверления около 150 мм).

Редкое применение станков этого типа объясняется, помимо традиции, опасениями засорения подшипников шпинделя стружками и порчи масла в них от попадания туда эмульсии. Однако подобное расположение шпин-

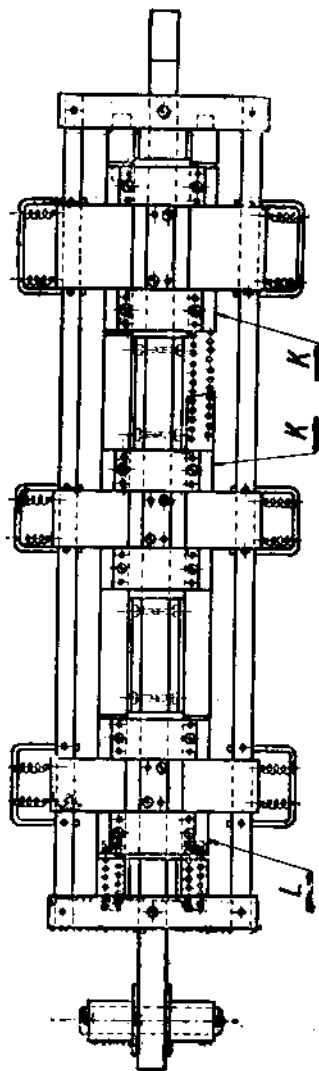
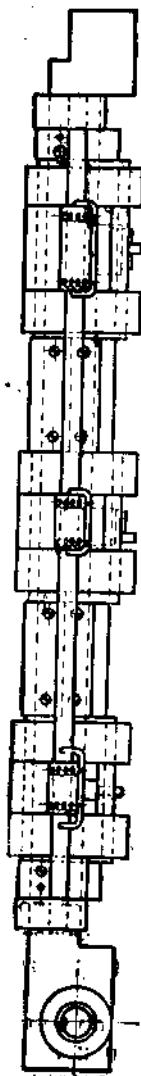
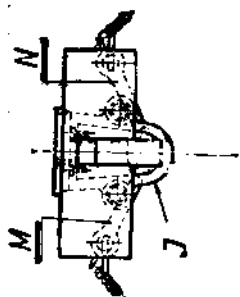


Рис. 391. Приспособление Форда для заливки подшипников баббитом.

делей находит себе применение в станках для глубокого сверления ружейных стволов.

Ряд интересных операций, относящихся к обработке этого блока, был приведен выше в главе XV.

Особенностью является операция заливки подшипников. Баббит заливается прямо в отливку блока, так как специальных вкладышей не имеется. Для заливки имеется специальный станок, изображенный на рис. 393. Подъемная плита *A* направляется двумя колонками *E—F*. При ее опускании захваты *B—C* освобождают блок и одновременно толкачи *G—H*, опираясь на неподвижную плиту стола, снимают блок с контрольных шпилек. Блок ставится на плиту цилиндрами вниз, когда она опущена, и закрепляется на ней при ее подъеме, который происходит при нажиме на педаль *D*.

Рис. 394 показывает самое приспособление для заливки, помещенное сверху над блоком. Оно состоит из оправки, несущей три призмы, прикрывающих подшипники сверху. С каждой стороны каждой призмы находится планка подобная *J*, препятствующая вытеканию баббита из концов подшипников. Одна из планок укреплена неподвижно, а остальные прижимаются пружинами так, чтобы подшипники хорошо уплотнились несмотря на разницу в длинах. Баббит заливается в подшипники с обеих сторон одновременно, причем рабочий пользуется двумя малыми ковшами. Верх подшипников прикрыт двумя нажимаемыми при помощи пружин планками *M—N*.

Время заливки одного подшипника 25 сек.

Время заливки всех подшипников блока 1 мин. 15 сек.

После заливки наплыв баббита снимается на фрезерном станке угловым фрезером (рис. 395). Блок удерживается на столе при помощи двух роликов, нажимаемых пружинами.

Блок дважды подвергается гидравлическому испытанию приблизительно 5 атм. в течение одной минуты.

После промывки в кипящем содовом растворе, осуществляемой в специальном аппарате, блок подвергается тщательному контролю.

3. Завод Форд Мотор Ко, Детройт (Америка).

Завод Форда в Детройте дает пример наиболее крупного массового производства. Приводимые данные относятся к моменту окончания перехода завода с типа Т на новый тип А. Завод был оборудован на производство 6000 автомобилей в день. Блок четырехцилиндровый, диаметр цилиндра 98 мм ($3\frac{7}{8}$ ") ход 107 мм ($4\frac{1}{4}$ "). Обработка блока состоит из 56 опера-

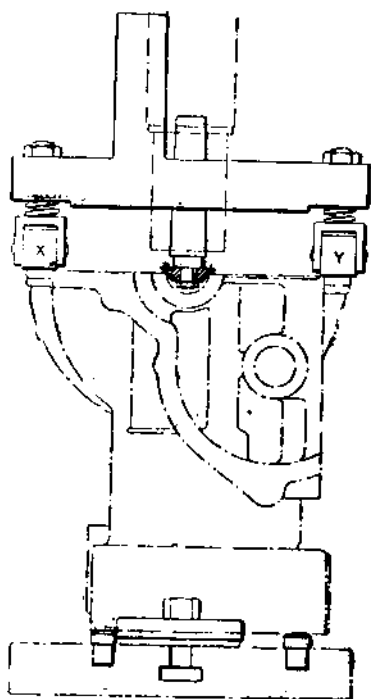


Рис. 395. Снятие наплыва баббита на подшипнике (Форд).

Таблица 55.

План операций при обработке блока модель А на заводе Форда в Детройте.

№	Операция	Станок	Число штук в час
1	—	—	—
2	Фрезеровка опорных площадок	2-шпиндельный фрезер- ный	250
3	Фрезеровка верхн. и нижн. плос- костей	Барабанно - фрезерный Ingersoll	42
4	Сверление дыр в подшипн. гнез- дах, $4-\frac{5}{8}''$, $4-\frac{1}{4}''$	14-шпиндельный Foote- Burt	25
5	Развертка двух дыр для установки	Специальный двухшпин- дельный Foote-Burt	200
6	Черновая расточка цилиндров	4-шпиндельный Moline	28
7	Фрезеровка боков	Барабанный Ingersoll	110
8	" торцов	То же	150
9	Обдирка гнезд подшипников	Фрезерно-продольный Ingersoll	80
10	Облицовка отверстий для болтов в подшипниках	Вертикально-сверлиль- ный 20"	158
11	Гидравлическое испытание	Специальная машина Форда	150
12—14	Фрезеровка торцов гнезд подшип- ников кол. вала и чернов. фре- зеровка канавки сбрасыв. кольца	Специальные станки Форда	—
15	Развертка линии гнезд подшип- ников	—	—
16	Контроль для обнаружения тре- щин	Ручная	—
17	Чистовая расточка цилиндров	4-шпиндельный Moline	24
18	Черновая и чистовая развертка, а также зенковка	4-шпиндельный Foote- Burt	26
19	Расточка гнезд клапанов, засвер- ловка отверстий для направля- ющих клапанов и сверление дыр для толкачей	16-шпиндельный Foote- Burt	17
20	Облицовка отверстий для втулок клапанов	8-шпиндельный свер- лильный	95
21	Развертка полустовая дыр для направляющих клапанов и тол- качей	—	—
22	Разбуровка седел клапанов и чисто- вая развертка отверстий напри- вляющих клапанов и толкачей	16-шпиндельный свер- лильный	78
23	Контроль	—	—
24	Обточка со стороны передач (одно- временно два блока)	Специальный токарный Форда	20
25	Сверление гнезд подшипников для кулачкового вала	2-шпиндельный Hamil- ton	20
26	Развертка этих гнезд	Двойной специальный Форда	—
29	Сверление 15 дыр $\frac{5}{16}''$ под резьбу, одной $\frac{9}{32}''$, четырех $\frac{3}{8}''$ под резь- бу, шести $\frac{7}{16}''$ под резьбу и двух $0,433''$	Сверлильный много- шпиндельный трех- сторонний Greenle	—
30	Сверление различных дыр	Многошпиндельный 3- и 4-сторонний Foote- Burt и Greenle	—

№	Операция	Станок	Число штук в час
31	Общий контроль сверления	—	—
32	Сверление дыр для заливки маслом и для маслоуказателя	21" Cincinnati с двухшпиндельной головкой	75
33	Р. звертывание дыры для заполнения маслом	21" одношпиндельный Cincinnati	125
34	Сверление дыр для масляной трубки к подшипникам коленчатого вала	20" трехшпиндельный Cincinnati	45
35	Сверление анкерных отверстий в тех же подшипниках	13-шпиндельный Foote-Burt	175
36	Подрезка торца подшипника кулачкового вала	24" одношпиндельный Cincinnati	100
37	Сверление отверстий для распределителя	21" трехшпиндельный Sibley	50
38	Подрезка тех же дыр	21" одношпиндельный Cincinnati со специальной головкой	150
39	Развертывание отверстия для распределителя	24" одношпиндельный Sibley	100
40	Присоединение масляной трубки к подшипникам	Ручная операция	—
41	Очистка и продувка подшипников коленчатого вала	Ручная, воздухопровод	—
42	Контроль	Ручная операция	—
43	Заливка подшипников баббитом	Ручная операция	75
44	Фрезеровка скосов подшипников	Специальный станок Форда	100
45	Удаление избытка баббита	Ручная операция	—
46	Наклеп подшипников по три сразу	Спец. пневматическим молотком ручная операция	—
47	Контроль подшипников	Ручная операция	—
48	Развальцовка цилиндров	Четырехшпиндельный Foote-Burt	250
49	Нарезка отверстий $14-\frac{5}{16}"$, $2-\frac{1}{16}"$, $11-\frac{5}{16}"$, $6-\frac{7}{16}"$, $1-\frac{1}{8}"$	Трехсторонний Foote-Burt	200
50	Нарезка отверстий $14-\frac{7}{16}"$, $4-\frac{3}{8}"$, $6-\frac{7}{16}"$	Многошпиндельный нарезной Foote-Burt	150
51	Промывка	Специальная машина Форда	375
52	Окончательный контроль цилиндров и отверстий	Ручная операция	—
53	Продувка нарезанных дыр	Ручная операция, воздухопровод	—
54	Окончательный контроль	Ручная операция	—
55	Окончательное гидравлическое испытание	Специальное приспособление	95
56	Развертывание двух отверстий для направляющих шпилек со стороны передач	Специальный станок Форда	125

Примечание. Вместо развальцовки (операция 48) применялся также хопинг-процесс.

ций; из них 16 ручных, остальные станочные. Приводим план операций (табл. 55), с указанием производительности станков по всем существенным операциям.

В приведенном плане обращает на себя внимание исключительно широкое использование *специальных станков*, из которых многие сконструированы самой фирмой. Стандартные станки (например одношпиндельные сверлильные) применяются для немногих операций. В результате такой постановки производства налицо исключительно высокая производительность.

Список главнейших литературных источников, использованных при составлении первого и второго выпусков курса.

1. Саввин Н. Н., проф., Допуски в машиностроении.
2. Граменц К., Пригонки и допуски.
3. Кюн, проф., Предельные допуски в машиностроении.
4. Труды Общества германских инженеров-производственников. Взаимозаменяемость и практика ее применения.
5. Промстандарт ВСНХ ССРР. Проекты стандартов.
6. Лесохин А., инж., Система предельных допусков в машиностроении.
7. Журнал „Вестник стандартизации“.
8. Earle Buckingham, Principles of interchangeable manufacturing.
9. A. L. De Leeuw, Metal cutting tools.
10. Jones F. D. Cylinder boring, reaming, and grinding.
11. Журналы: American Machinist, Machinery, Maschinenbau, Werkstattstechnik, Werkzeugmaschine, VDI и др.
12. Проспекты станкостроительных фирм.

Отв. редактор Н. С. Ачеркан.

Техн. редактор Р. С. Певанер.

МАШМЕТИЗДАТ № 44/Д. Индекс МС-10-5-2. Сдано в набор 4/V 1932 г. Подписано в печать 3/X 1932 г. Тираж 10 000. Формат бумаги 62×94. Печати. 12^{3/4} листов. Количество бумажных листов 8^{1/4}. Колич. асч. знаков на бум. листе 114 816. Заказ № 591. Ленгорлант № 53645. Выход в свет октябрь 1932 г.

3-я типография ОНТИ им. Бухарина, Ленинград, ул. Моисеенко, 10.