Инж. П. В. БЕХТЕРЕВ

Книга не выдается

СБОРКА ДВИГАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ

Ц. 1 р. 80 к.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО

Инж. П. В. БЕХТЕРЕВ

СБОРКА ДВИГАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ

ИСПРАВЛЕННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ
С 296 ФИГУРАМИ В ТЕКСТЕ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1932 ЛЕНИНГРАД

1938
ПРОВЕРЕНО

621.436
621.4
Б.5

ГОСУДАРСТВЕННАЯ
НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
СССР-В.С.Н.Х.

298/1
ПРОВЕРЕНО
1936 г. № 105848/902

ПРОВЕРКА
XVII

ЖС
1133

ГОС. ПУБЛИЧНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА СССР
2926 14/60

15
1 ДШС

Сдано в набор 29 марта 1931 г.
Поступило к печати 26 ноября 1931 г.
Формат бумаги 74 × 105.
Количество печатных листов 12½.
Количество печ. знаков в листе 83888.

НМ 31.
Ленинградский Обласелит № 81788.

Ответственный редактор А. Алексеева.
Технический редактор М. Сланки.

ОГИЗ № 754.
Заказ № 86. Тираж 10000 экз.

8-я типография ОГИЗа РСФСР „Красный Печатник". Ленинград, Международный пр. 76а.

Предисловие проф. К. Боклевского.

Издаваемый труд инженера П. В. Бехтерева «Сборка двигателей Дизеля» посвящается практической стороне дела сборки механизмов, столь мало освещенной в нашей технической литературе.

Названное сочинение, прекрасно изложенное и иллюстрированное весьма большим числом хорошо выполненных чертежей, является особенно ценным, если принять во внимание, что в настоящее время в Союзе ССР необходимо, при воссоздании машиностроительной промышленности, обратить особое внимание на дизеля, как на механизмы более экономичные в отношении расхода топлива, чем поршневые паровые машины и паровые турбины.

Работа инженера Бехтерева, преследующая чисто практические цели, дает ряд детальных и, можно сказать, исчерпывающих приемов при постройке дизелей, причем сообщаемые автором сведения особенно ценны, так как являются результатом его личного обширного опыта.

Нет сомнения, что названное сочинение, полно и ясно излагающее все насущные вопросы сборки дизелей, найдет широкое распространение среди инженеров, мастеров и студентов, не говоря уже о командном составе подводных лодок, на которых главными двигателями являются названные механизмы.

Проф. *К. Боклевский.*

Предисловие к 1-му изданию.

Приемы сборки двигателей Дизеля во многом сходны с таковыми для поршневых паровых машин и исторически из них вытекают. Сборка дизелей, впрочем, требует значительно большей степени точности пригонки частей.

Изложение сборки трудно выдержать в полном соответствии с хронологическим порядком действительного производства работ. В данном случае приходится итти на некоторый компромисс, имея в виду, с одной стороны, необходимость связного изложения, с другой — стараясь придерживаться ближе к действительности. Для справок действительный хронологический порядок производства работ нами приводится отдельно.

В изложение вопроса по необходимости включено многое относящееся собственно к технологии металлов и, в частности, к слесарному ремеслу, поскольку это не выходит из пределов необходимых для сборщика сведений. Конструктивные особенности отдельных машин рассмотрены лишь бегло, ибо общность методов сборки не требует подробного исследования конструкций. В целях той же общности в прилагаемых чертежах внесено возможное разнообразие конструкций.

Из осторожности мы нашли нужным включить в изложение лишь только самое достоверное и соответственно даем описание приемов сборки, установленных давно, путем многих десятков лет коллективной практики.

Описанные фундаментальные приемы должны быть основной школой для практика-сборщика и применимы непосредственно при ремонтных работах.

Далее, можно говорить об интереснейших возможных способах массового производства, вопрос о которых еще недостаточно освещен.

Предлагаемая книга является результатом личной практики и заключает сведения, непосредственно собранные, насколько возможно объективные и точные, в общем согласующиеся с данными имеющейся литературы по сборке машин.

Автор.

Предисловие ко 2-му изданию.

Успех первого издания нашей книги, являющейся, повидимому, первым опытом систематики заводско-монтажного дела двигателей, показал, что затронутая нами тема — описание сборки двигателя Дизеля — явилась нужной темой. Первое издание распродано в короткий срок. Трудности издания книги, которая вследствие новизны замысла не могла в точности знать своего круга читателей, остались позади.

Предлагаемое вниманию читателей второе издание книги «Сборка двигателей Дизеля» нами заново просмотрено, при чем внесены следующие главнейшие изменения и дополнения: добавлен нормальный план сборки двигателя Дизеля, заново переработана справка о пригонках и допусках, внесены добавления в описания пайки, гнутия труб и заточки инструментов, описан специальный инструмент для измерения расстояния между осями параллельных валов, дополнено описание способов использования отвеса и пр. Кроме того, книга дополнена семью поясните льными фигурами в тексте. Материал в целом увязан с работами некоторых машиностроительных заводов в настоящее время.

Автор.

Предисловие к 3-му изданию.

Третье издание книги «Сборка двигателей Дизеля» выходит непосредственно за вторым; тем не менее материал книги значительно пополнен и в частях переработан. Уточнены вопросы сборки поршней, рамовых и шатунных подшипников, распределительного механизма, клапанов, уплотнений трубопроводов, трубопроводных соединений и их опрессовки. Значительно пополнены даваемые сведения по вопросам пробного пуска в ход двигателей Дизеля и их испытаниям. Детально рассмотрены индикаторные диаграммы в связи с возможными неисправностями хода двигателей. Добавлена справка о смазочных маслах. Пополнен материал в отношении оборудования и снабжения сборочной мастерской, в том числе и некоторыми специальными приспособлениями по линии рационализации. В приложении книги также сделаны многочисленные дополнения в отношении описаний измерительных приборов, инструментов, способов их применения и пр. Добавлены главы об антифрикционных материалах — баббите и бронзе и о сигнализации управления кранами, и также получила дальнейшее развитие глава о пригонках и допусках. В книге приняты во внимание нормы общесоюзного стандарта ОСТ и данные социалистического обмена производственным опытом ОРС НТУ. Добавлено 78 чертежей в тексте. Показательный чертеж фиг. 2 заменен чертежом аналогичной более современной конструкции судового двигателя.

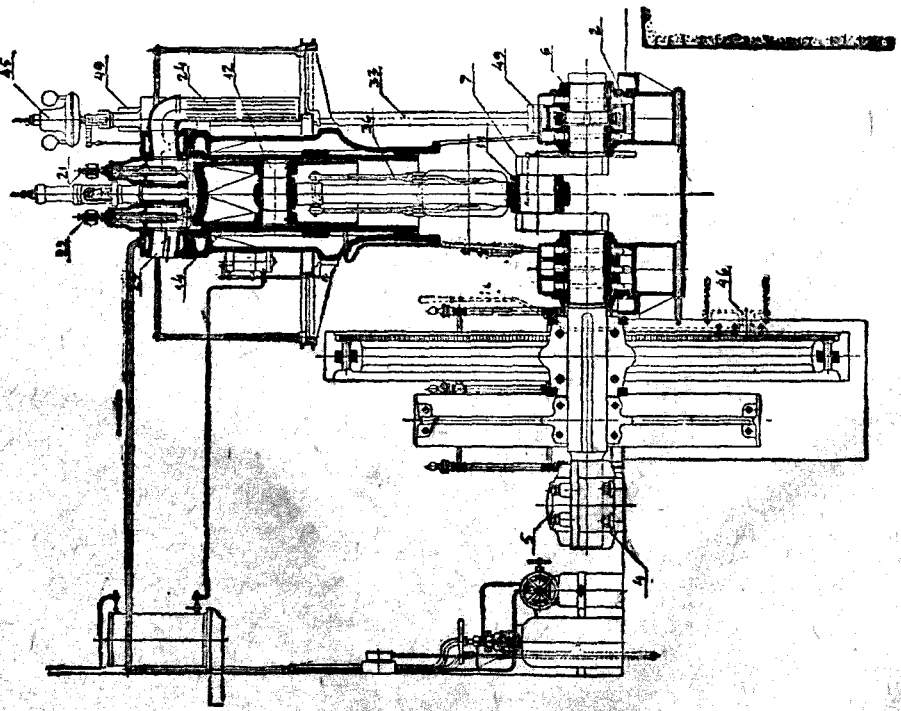
Автор.

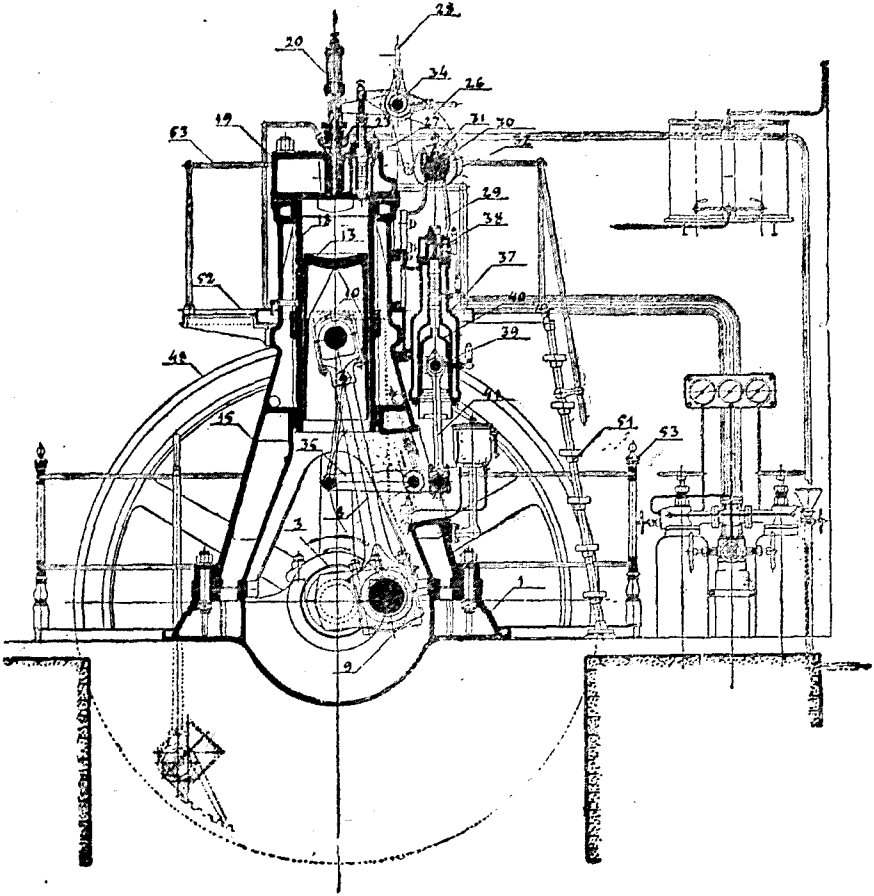
Введение.

Наименование частей двигателя Дизеля. На фиг. 1 показан стационарный, на фиг. 2—судовый двигатель Дизеля, оба четырехтактные тронковой конструкции.

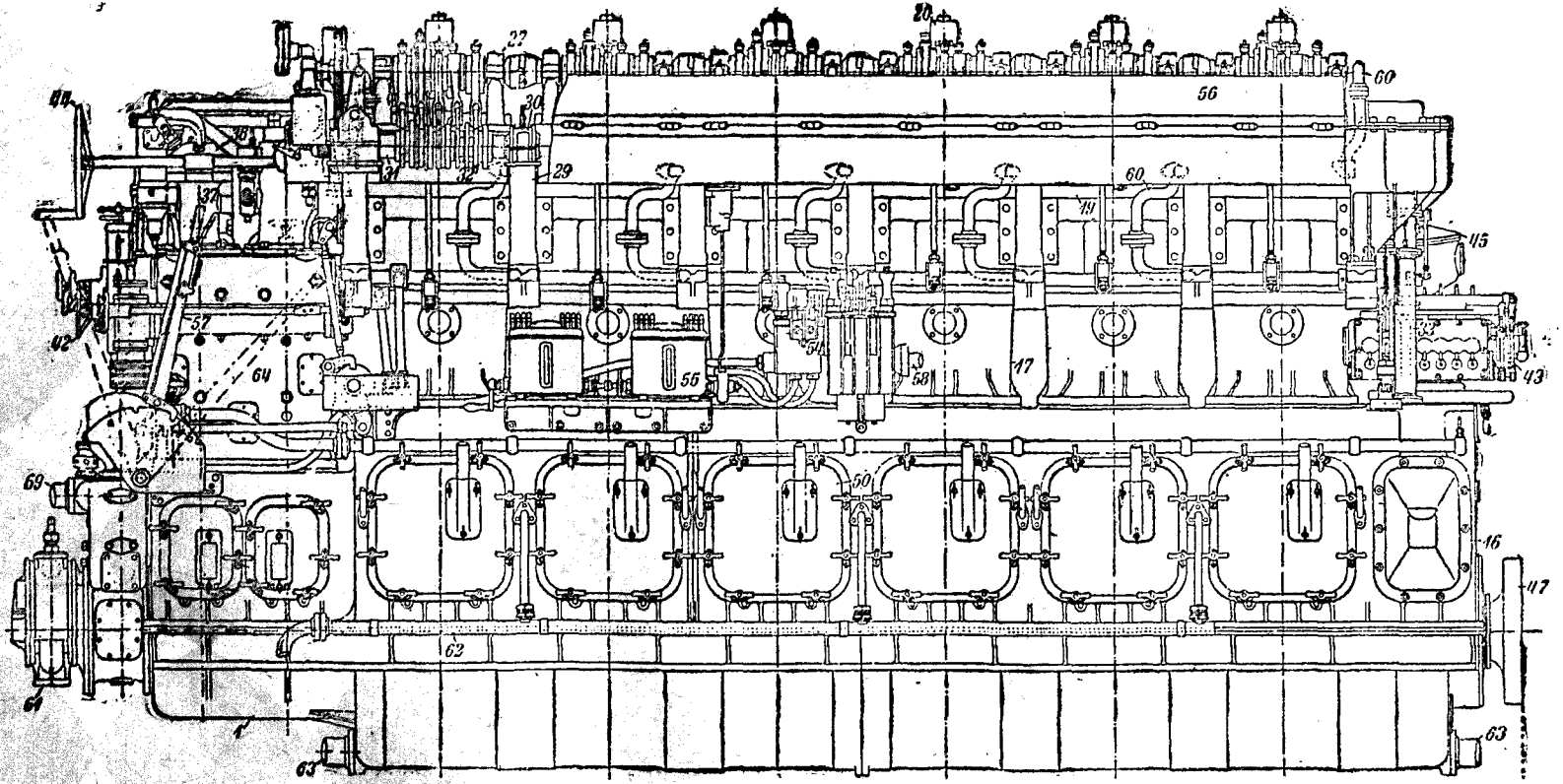
Обозначения фиг. 1 и 2:

1 — фундаментная рама (чугун, стальная отливка или иногда отливка из бронзы или алюминия).
2 — рамовый подшипник.
3 — крышка рамового подшипника.
4 — свободный подшипник.
5 — крышка свободного подшипника.
6 — вкладыш рамового подшипника (чугунная, стальная отливка с заливкой баббитом, реже — бронзовая отливка).
7 — коленчатый вал (обработанная поковка из первоклассной стали, иногда никелевой).
8 — шатун (то же).
9 — мотылевый подшипник шатуна.
10 — головной подшипник шатуна.
11 — вкладыш подшипника шатуна (для нижней головки обычно в качестве антифрикционного металла применяется баббит, для верхней — бронза).
12 — палец рабочего поршня (цементованная сталь).
13 — поршень рабочего цилиндра (чугун).
14 — набивочное кольцо рабочего поршня (чугун средней твердости).
15 — станина-цилиндр (чугун).
16 — станина (чугун, стальная отливка, редко — отливка из бронзы).
17 — цилиндр (чугун, осталенный чугун, стальная отливка).
18 — втулка рабочего цилиндра (твердый чугун, часто специальный).
19 — крышка рабочего цилиндра (чугун, стальная отливка).
20 — топливный клапан.
21 — всасывающий клапан.
22 — выхлопной клапан.
23 — пусковой клапан.
24 — всасывающая труба.
25 — выхлопная труба.
26 — рычаг пускового клапана.
27 — колонка, кронштейн рычагов.
28 — рукоять рычага, включающего и выключающего распределение.
29 — кронштейн распределительного вала.
30 — подшипник его.
31 — распределительный вал.
32 — кулачная шайба распределительного вала.
33 — передаточный вертикальный вал (он же в конструкции и регуляторный) и его кожух.
34 — валик рычагов.
35 — балансир.
36 — его серьга.
37 — воздушный компрессор (чугун, стальная отливка).
38 — его крышка (то же).
39 — его палец поршня (цементованная сталь).
40 — его поршень (чугун).
41 — его шатун (обработанная поковка из стали).
42 — ручной маховик для регулирования подачи топлива.
43 — топливный насос.
44 — ручной маховик для реверсирования.
45 — регулятор и его кожух.
46 — валоповоротное приспособление (буксовка).
47 — концевая шайба коленчатого вала.



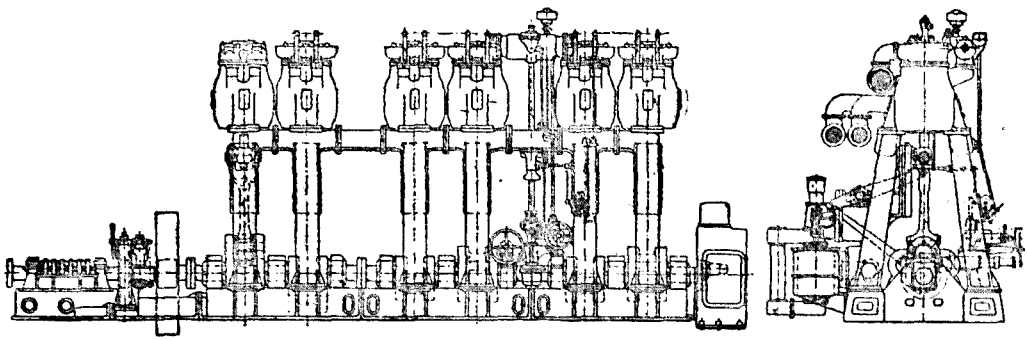


Фиг. 1.

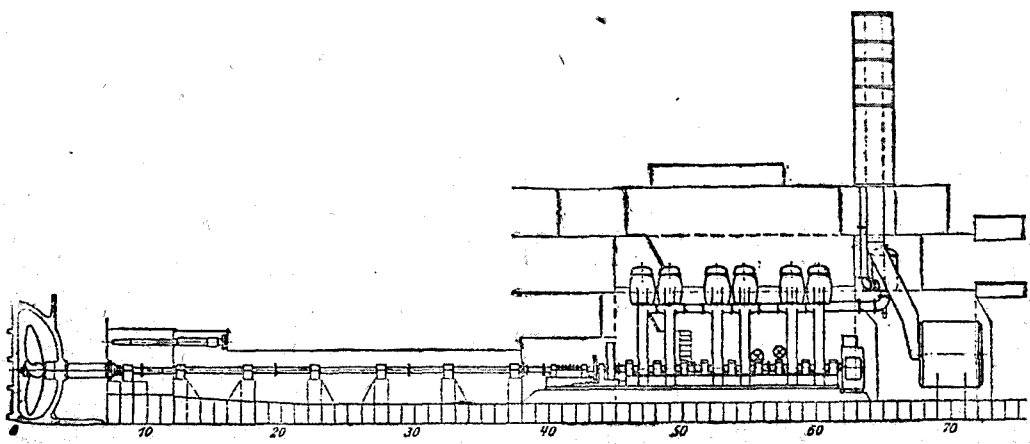


Фиг. 2.

48 — маховик.
49 — кожух на шестерне (чугун, иногда алюминиевая отливка).
50 — люковая крышка (то же).
51 — трап.
52 — помост.
53 — поручни.
54 — пусковой клапан и его масляный сервомотор.
55 — масляные пресса.
56 — кожух распределительного вала.
57 — пусковой рычаг.
58 — пусковой воздухопровод.
59 — нагнетательный водопровод.
60 — охлаждающий водяной трубопровод.
61 — всасывающий маслопровод.
62 — маслопровод охлаждения поршней.
63 — спуск масла.
64 — камера холодильника компрессора.



Фиг. 3.



Фиг. 4.

Приводя показательный чертеж (фиг. 2) общего вида судового двигателя, мы имели в виду выявить таковой как тип многоцилиндровой облегченной реверсивной машины, имеющей длинную станину, общую для всех цилиндров. Впрочем возможно, что он в ближайшее время в части применения длинных станин пойдет на сокращение, ибо конструкция общей для всех цилиндров станины, с практической точки зрения едва ли вполне рациональна. На судах же коммерческого флота параллельно с указанным типом определенно получает большое распространение и тип многоцилиндровой высокой машины с отдельными ноговидными станинами для каждого цилиндра, что представляет выгоду получения целесообразно открытых подшипников коленчатого вала. Эти машины получаются сходственными со стационарными. В их конструкции доминирует двухтактный цикл работы. На фиг. 3 приведен вид сбоку и сзади на машину подобного типа, а на фиг. 4 — схематический общий вид ее установки в корпусе судна.

Что мы называем сборкой машины? Собрать машину значит составить и взаимно пригнать все заготовленные части ее; закрепить их согласно чертежам так, чтобы машина была доведена до степени пригодности к пробам, опытам и работе и, соответственно, продаже, как целый механизм.

В каком порядке собирается дизель на заводе? Порядок сборки двигателей Дизеля зависит от их конструкции и от применяющихся способов производства их частей. При налаженном производстве завода порядок сборки является вполне определенным.

В качестве примерного порядка заводской сборки двигателя Дизеля мы приводим следующий:

1. Укладывание фундаментных параллелей.
2. Установка фундаментной рамы.
3. Пригонка вкладышей рамовых подшипников к их местам.
4. Приблизительная установка свободного подшипника.
5. Мелкие работы на фундаментной раме: трубопровод, выравнивание мест для подпятников вертикальных валов, насосов и т. п.
6. Монтаж коленчатого вала и окончательная установка свободного подшипника.
7. Пришабривание крышек рамовых подшипников.
8. Вырубание канавок во вкладышах рамовых подшипников.
9. Некоторые работы по монтажу вертикального передаточного и регуляторного валов.
10. Пришабривание мотылевых подшипников шатунов и последующее вырубание во вкладышах их канавок.
11. Общее мытье коленчатого вала и окончательная его установка.
12. Проводка труб охлаждения рамовых подшипников и смазки мотылей коленчатого вала.
13. Монтаж станины.
14. Монтаж рабочих цилиндров или станины-цилиндра.
15. Монтаж цилиндра компрессора.
16. Окончательная выверка по коленчатому валу положения станины и цилиндров и постановка необходимых направляющих шпилек.
17. Пригонка кронштейнов распределительного вала и стоек вертикальных валов.
18. Совместный монтаж вертикального передаточного и горизонтального распределительного валов, окончательная установка их кронштейнов и стоек.
19. Установка маховика.
20. Шатуны и поршни.
21. Выработка подкладок, устанавливающих величину компрессии.
22. Окончательная установка на место шатунов и поршней.
23. Постановка крышек цилиндров с монтированными клапанами и прочими деталями.

. . . . . .

Мы не будем доводить нашего перечисления до конца, ибо последующие более мелкие работы допускают большое разнообразие в последовательности их выполнения, а с другой стороны, выбрать порядок их выполнения в каждом частном случае никаких затруднений не представляет.

Точно так же многие из перечисленных работ, в особенности начиная с 17-й и далее, сопровождаются разнообразными мелкими работами.

В конце текста в качестве дополнительной иллюстрации порядка сборки частей мы приводим нормальный план сборки двигателя Дизеля серии 2126^{IV} на заводе «Русский Дизель» (стр. 142).

Заметим, что наиболее сложные отдельные приборы в общей сборочной сами по себе не собираются, но только пригоняются по месту и устанавливаются в готовом виде.

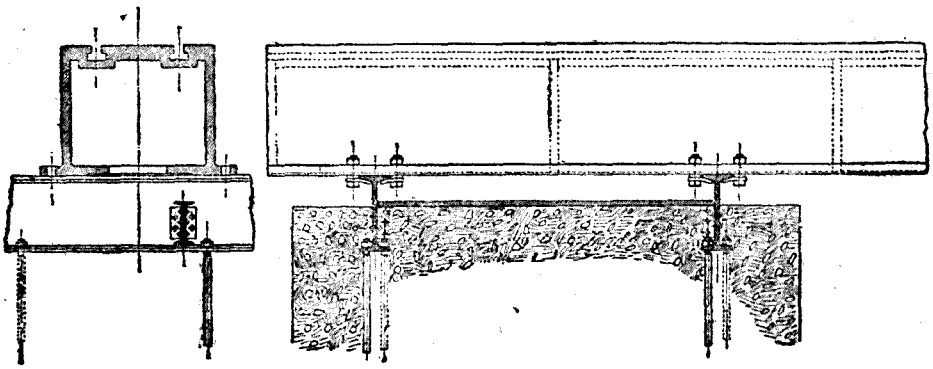
Кончают сборку двигателя подготовительными работами к его пуску в ход.

Укладывание фундаментных параллелей.

Заводскую сборку и пробный пуск в ход машины рациональнее всего произвести на тяжелых фундаментных параллелях. [1]

Фундаментные параллели отливаются из чугуна в виде тяжелых, хотя и пустотелых, брусков весьма прочного поперечного профиля высотою 500 *мм* и более. Они простроганы сверху и снизу. Таким образом верхняя и нижняя их поверхности получаются в виде гладких плоскостей. На фиг. 3 показан применяемый тип фундаментных параллелей.

В верхней плоскости параллелей сделаны пазы в виде продольных ⊥-образных или просто прямоугольных канав; эти канавы, в лучшем случае, могут быть обработаны на строгальной машине, в худшем — просто отлиты. ⊥-образные пазы могут служить для закладывания болтов. Однако болтами лучше не пользоваться, ибо в данном случае предпочтительны шпильки и, в сущности, достаточно иметь пазы прямоугольного сечения. Фундаментные параллели во всяком случае должны быть достаточно тяжелого и прочного типа, достаточно длинны соответственно размерам собираемого двигателя и иметь достаточно широкое основание для устойчивого положения их самих.



Фиг. 5.

Лучше всего уложить фундаментные параллели на солидные балки пола мастерской, которые в свою очередь должны быть уложены на бетонное или железобетонное основание, как показано на фиг. 5. Впрочем, допускается и другое: параллели можно уложить и прямо на кирпичный или бетонный фундамент. В последнем случае необходимо выверить горизонтальность верхней плоскости параллели по уровню и линейке, подбивая снизу параллель клиньями. По залитии снизу параллелей цементным раствором считается иногда допустимым обойтись без болтовых креплений.

В дальнейшем мы примем во внимание только параллели, уложенные на балки пола.

Под вертикальный двигатель обычно подкладываются две фундаментные параллели параллельно между собой. Укладка параллелей должна быть произведена обдуманно, а именно таким образом, чтобы не получились длинные висячие концы, чтобы осталось надлежащее место для маховика машины над имеющейся канавой, а также место для концевого свободного подшипника за маховиком и для машин, относящихся к испытанию двигателя: динамомашины, реостата, резервуаров со сжатым воздухом и проч. и, наконец, чтобы до места сборки мог доставать кран, соответствующей грузоподъемности.

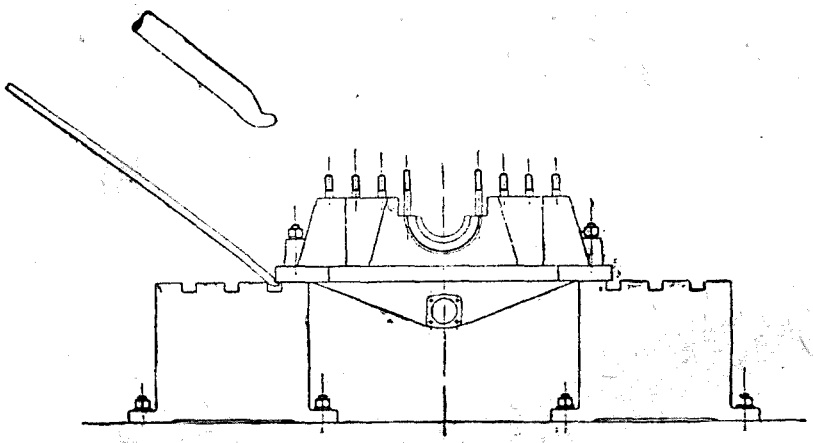
Валки под параллелями можно не очищать от незначительной грязи. Параллели укладываются вообще не особенно точно, и даже горизонтальность

[1] Иногда их называют фундаментными плитами.

их не проверяется, если только половые балки сборочной мастерской в свое время были уложены по ватерпасу так, чтобы все верхние панели их лежали в одной горизонтальной плоскости. В противоположность сказанному практикуется и другой метод сборки машин, при котором параллели выверяют строго горизонтально по уровню и линейке. Это имеет значение при массовом производстве машин, если к тому же строжка фундаментной рамы машины выполнена вполне точно.

Не производя прикрепления фундаментных параллелей к балкам пола, примеряют фундаментную раму двигателя, опустив последнюю на них. Здесь надо принять во внимание то обстоятельство, что край фундаментной рамы должен чуть-чуть свешиваться над пазом, оставляя просвет приблизительно в 25 *мм*. Это делается для того, чтобы было возможно просовывать в получающуюся щель лом и таким образом приподнимать раму (см. фиг. 6).

Для прикрепления фундаментной рамы к фундаментным параллелям завинчивают в последние шпильки. Разметку мест для шпилек можно произвести либо по самой раме, либо по кондуктору, [1] если таковой имеется. Для горизонтального передвижения параллелей из стороны в сторону во время их установки удобно



Фиг. 6.

воспользоваться домкратами, упирая последние в прочные детали постройки сборочной мастерской. Установленные правильно фундаментные параллели нужно прикрепить к половым балкам. Для этого в нижних панелях параллели вблизи половых балок сверлят необходимые отверстия (см. фиг. 5). Затем, применяя захватки, шайбы и болты, крепят фундаментные параллели к балкам. После окончания этой работы балки надлежит застлать деревянными досками пола.

Укладка фундаментных параллелей не принадлежит к числу особо точных работ сборки, что объясняется тем обстоятельством, что последующая установка фундаментной рамы всегда может быть уточнена применением соответствующих прокладок (см. ниже).

Для случая весьма длинных машин приходится делать параллели сболченными из нескольких частей. Такие параллели следует укладывать более тщательно, выравнивая подкладками из бумаги и жести и проверяя щупами доброкачественность места сболчивания.

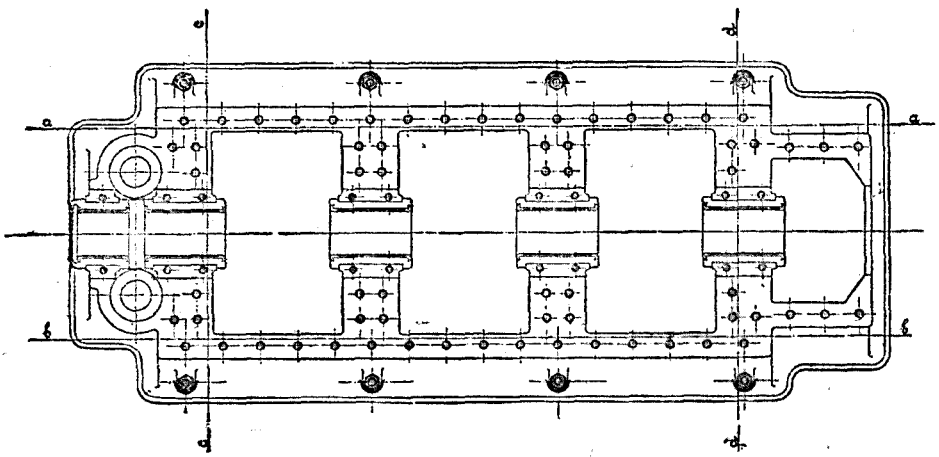
---

[1] Кондуктором называется специальная металлическая доска с отверстиями, накладываемая на изделие, причем отверстиями доски направляются сверла, которыми высверливаются отверстия изделия. Просверленные таким образом ряды отверстий однотипных изделий получаются одинаковыми.

Установка фундаментной рамы двигателя.

Фундаментная рама должна быть уложена строжайше горизонтально в отношении своей верхней плоскости. В случаях же массовой сборки однотипных машин, когда оказывается выгодным свободный подшипник[1] использовать для пробы ряда машин, фундаментную раму приходится устанавливать не только строго горизонтально, но и с принятием во внимание положения свободного подшипника.

Установка фундаментной рамы независимо от положения свободного подшипника. Верхнюю строганую поверхность фундаментных параллелей немного очищают тряпкой от грязи и масла, затем опускают на них при помощи крана фундаментную раму машины. Необходимое поднимание краном удобно при этом производить пользуясь бревном, положив его на место коленчатого вала и надев крышки некоторых рамовых подшипников: за бревно берут канатом и таким образом поднимают раму. Опускают ее очень осторожно, подравнивая ломом и, главное, стараясь не



Фиг. 7.

повреждать крепительных шпилек и не засадить рамы на них, если почему-либо шпильки плохо пришлись к отверстиям. В случае надобности немного выравнивают шпильки кувалдой или развертывают отверстия рамы. Крепительные отверстия фундаментной рамы в сущности должны быть сделаны свободными относительно шпилек; мы будем считать правильным, если диаметр отверстия превосходит диаметр шпилек на 15 — 25%; более тесные отверстия, как это привыкли проектировать многие конструктора, только осложняют работу, не принося заметных выгод. Точно так же и при окончательной сборке, на месте постоянной установки, большие крепительные отверстия имеют преимущества. Для фиксирования же рамы в определенном относительном положении применяются направляющие шпильки или болты (см. ниже).

Положив раму, приступают к промерам и выверке горизонтальности верхней плоскости ее. Требуется выверить горизонтальность четырех направлений, именно,—четырех направлений, отвечающих сторонам прямоугольника, близкого по своему очертанию к контуру верхней плоскости фундаментной рамы (фиг. 7)— направления $a-a$, $b-b$, $c-c$, $d-d$.

Эту работу ведут в следующем порядке: выбрав первоначально одно из указанных направлений, именно продольное, достигают горизонтальности его, производя промеры лишь по нему и прибегая к необходимому поднимании частей

[1] Свободным подшипником мы называем подшипник, отдельный от рамы и расположенный обычно ва маховиком двигателя.

рамы путем подкладывания листочков жести или бумаги под нее; затем приступают ко второму продольному направлению, однако на этот раз производя промеры также и по двум коротким направлениям.

Промеры горизонтальности рамы производятся следующим образом: на совершенно очищенную верхнюю поверхность фундаментной рамы кладут ребром большую точную линейку,[1] а на нее точный уровень. Несмотря на доброкачественность проверенной линейки, ей не вполне доверяют и по каждому данному направлению производят промеры в четырех ее положениях: во-первых, прибегая к перестановке положения ее ребер, во-вторых, меняя положение концов; при этом считают верным арифметически средний результат.[2] Не трудно понять, что перемена ребра лежания служит для более точной выверки возможных горбов и впадин фундаментной рамы, а перестановка линейки в отношении положения ее концов увеличивает точность проверки общей горизонтальности.

Замечательно, что, несмотря на высокий профиль поперечного сечения (напр. 150 — 200 *мм*), линейка все же до некоторой степени изображает на своей верхней кромке ту поверхность, на которой она лежит; применяемый пузырьковый уровень во всяком случае достаточно чувствителен, чтобы отмечать соответствующие горбы и впадины. Что касается самого уровня, то по общепринятому его всегда следует в данном месте ставить двояко, прибегая к перемене направления на противоположное и, стало быть, производя каждый раз два промера, при чем принимается во внимание арифметически средний результат. При промерах совершенно необходимо пройти уровнем всю линейку, напр., производя промеры через каждый метр погонной длины, и никоим образом нельзя ограничиваться измерением лишь по середине линейки. Весьма существенно для точности результата всех промеров производить легкую притирку линейки несколькими продольными передвижениями ее по раме так, чтобы попавшие случайно крупинки пыли и грязи могли быть растерты.

Кроме уровня в работе применяют еще щуп и бумагу. Просовывая щуп между нижним ребром линейки и поверхностью фундаментной рамы, прощупывают зазор и, таким образом, получают представление о более мелких прогибах и неровностях изучаемой поверхности. Вместо щупа можно пользоваться также подкладыванием бумажек. Прибегая к выдергиванию подложенной бумажки, легко заметить, где линейка лежит плотно и где дает зазор.

Для общего представления о том, лежит ли линейка больше серединой или концами, можно еще прибегнуть к качанию ее из стороны в сторону, взявшись за середину или за конец, и тогда по характеру движений выясняется картина ее прилегания. Если фундаментная рама длинной формы, то для выверки продольной горизонтальности применяют одну линейку, а для измерений поперечных — другую, более короткую и легкую.

Когда получено ясное представление о результатах измерений, следует сделать соответствующие отметки мелом. Затем приступают к необходимому выравниванию фундаментной рамы. Для этого имеются два пути: во-первых, можно подкладывать под нее листочки бумаги, стараясь угадать необходимое количество их, — этот способ обычно и практикуется; во-вторых, можно пти более прямым путем: подвести под линейку, положенную на фундаментную раму, бумажки так, чтобы линейка стала строго горизонтально; тогда, соответственно подкладкам под линейкой, кладут листочки и под фундаментную раму, в лучшем случае, таким образом удается сразу закончить работу, угадав необходимое количество бумаги. Конечно, при этом способе нужно иметь в виду, что тяжесть фундаментной рамы способна сжимать бумажки и, следовательно,

---

[1] Линейка должна быть очень точная. С ней необходимо обращаться бережно, ибо она делается ив сравнительно мягкой стали, легко дающей царапины и заусеницы.

[2] Практически первая манипуляция важнее, ибо у линеек нередко встречается некоторая горбатость; что касается одинаковости высоты, то обычно по всей длине она вполне удовлетворительна. К тому же перемена ребрами производится быстро, тогда как перемена концами и тяжела и требует затраты времени.

нужно подложить некоторый избыток их. Кроме того, способ этот требует очень хорошей линейки. В этом его слабая сторона. В целом, работа выравнивания фундаментной рамы производится в следующем порядке: сперва отдают гайки, при чем нет необходимости их снимать, но достаточно отвинтить до зазора в 3 — 5 *мм*, затем в паз фундаментных параллелей просовывают лом и образовавшимся большим рычагом без труда приподнимают край фундаментной рамы (см. фиг. 6). Конец применяемого лома целесообразно делать чуть-чуть крючковатым. [1] Приподняв раму, подводят под нее подкладки. Для этого пользуются подкладками прямоугольного вида и размера приблизительно 75 × 200 *мм*, сделанными либо из нетолстой оберточной бумаги, либо из тонкой газетной и даже папиросной бумаги, либо, наконец, из жести. Жестяные подкладки являются наименее удобными. Главную часть работы обычно производят при помощи определенного сорта бумаги и лишь к концу работы, если есть желание и терпение и достаточно точны промеры, прибегают к газетной или папиросной бумаге. Применяемая оберточная бумага обычно имеет толщину около 0,15 *мм*. Подкладывают бумагу по обе стороны от крепительных шпилек, как показано в плане на фиг. 8, и притом в общем под все шпильки, без пропусков; если же шпильки по конструкции расположены довольно редко, то следует бумагу расположить и в промежуточных полях.

Отпуская немного лом и прибегая к подергиванию подкладок, проверяют, насколько равномерно они подложены. После этого длинным гаечным ключом (или обыкновенным, но усиленным надетой трубой) затягивают гайки фундаментной рамы и производят вышеописанные промеры по линейке, а именно: уровнем — горизонтальность, качанием линейки — общую изогнутость, щупом — небольшие неровности. Затем снова отдают гайки, делают исправления в подкладках и т. д. до тех пор, пока не получится полной горизонтальности. Точность установки доводят до того, что в конце работы равняют фундаментную раму подкладками из газетной бумаги, — словом, работают до тех пор, пока не дойдут почти до предела возможной точности установки.

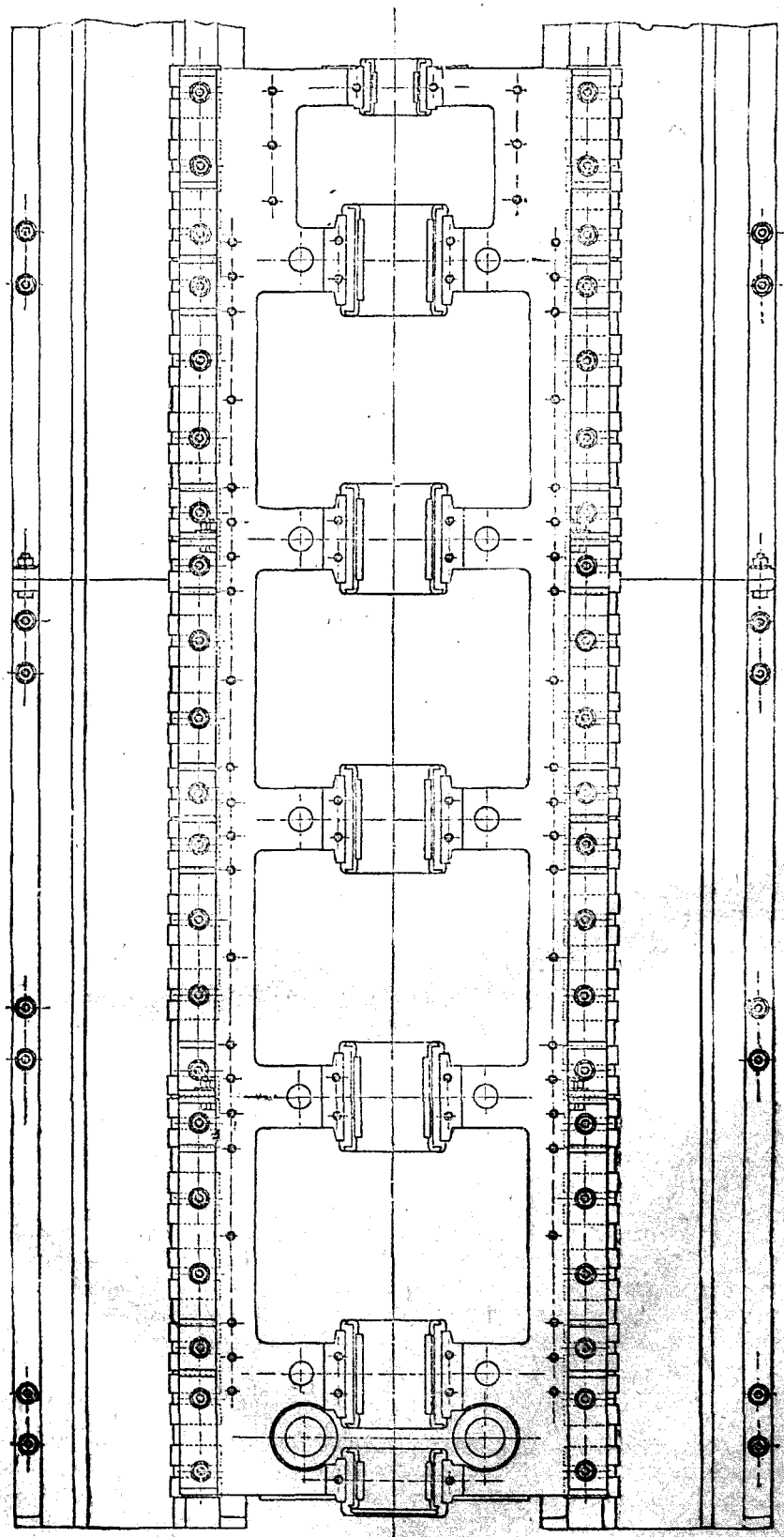
После того, как одна длинная сторона контура рамы будет сделана горизонтальной (см. фиг. 7), приступают, как сказано, к следующей длинной стороне, при чем допустимо даже не отвинчивать закрепленных гаек на готовой уже стороне. Приподнимая осторожно ломом противоположную, довольствуются незначительным, но все же возможным и допустимым изгибанием всей чугунной рамы. Практикуют подкладывание листочков бумаги, не отдавая даже всех гаек той стороны рамы, на которой работают. Понятно, что подобные приемы не обязательны, но лишь допустимы, представляя удобство в работе на особо легких рамах.

Когда, наконец, описанным способом достигнута горизонтальность всех сторон фундамента, то всегда производят еще последнюю генеральную проверку рамы по всему контуру. В конце концов достигают того, что, исчерпав все средства проверки, получают раму практически вполне горизонтальной.

Установка фундаментной рамы по заранее установленному свободному подшипнику. Смысл подобного случая сборки разъяснен выше. На этот раз фундаментную раму необходимо не только установить горизонтально, но и достигнуть совпадения осей вкладыша рамы и свободного подшипника, заранее установленного. Последнее требование выполняется лишь приблизительно и в общем достаточно, если оси этих частей располагаются в одной горизонтальной плоскости, ибо уже не представит никаких затруднений подвинуть впоследствии немного в сторону свободный подшипник. Ясно, что в этом случае установки рамы желательно, чтобы нижние вкладыши рамовых подшипников коленчатого вала были предварительно припилены и окончательно поставлены на свои места.

---

[1] Надо сказать, что при этой операции значительно обминается ломом материал, что, правда, в данном месте рамы несущественно; но можно этого и избежать, подкладывая под лом медные пластинки.



Фиг. 8.

Проверка положения рамы по свободному подшипнику несколько осложняется тем, что вал у него почти всегда имеет уменьшенный диаметр. В данном случае можно применить способ протягивания шелковой нити по оси всех вкладышей. Впрочем следует оговориться, что натянутую горизонтально нить применяют главным образом при сборке горизонтальных машин, при вертикальных же, как правило, обходятся совсем без нее. Заметим, что в данном случае и не требуется большой точности установки, ибо вкладыши все равно придется много шабрить при монтаже коленчатого вала, и можно ограничиться лишь тем, что положить на дно вкладышей ребром узкую линейку, довести ее до горизонтальности разными подкладками и произвести таким образом промеры разницы высот. Заметим еще, что именно в случае монтажа фундаментной рамы по свободному подшипнику мы скорее всего встречаемся с необходимостью прибегнуть к жестяным подкладкам под нее, как более толстым, а следовательно и более подходящим для предварительной грубой установки. Необходимые выравнивания случайно погнутых в процессе работы жестяных подкладок производят выстукиванием деревянным молотком на металлической плите. Работа деревянным молотком идет быстрее и легче, чем стальным, да к тому же и с лучшим результатом, ибо жесть не плющится.

Установка составной фундаментной рамы судового типа. Скажем, наконец, несколько слов о монтаже особо длинных фундаментных рам судового типа, которые строятся сболченными из нескольких частей. В этом случае мы должны сперва установить правильно отдельные пролеты рамы, удовлетворив всей строгости промеров горизонтальности и согласовав их по уровню между собою, а затем перейти к выравниванию вертикальных плоскостей по месту их сболчивания. Методика промеров последней операции состоит в том, что, сболтив пролеты, выясняют, не вызывается ли этим коробление рамы. Надо рекомендовать прибегнуть к намазыванию одного торца краской, чтобы на другом получить следы прилегания (см. ниже — о применении красок), и таким образом судить о необходимых опиливании и шабрении. В конечном счете нужно сболтить пролеты и произвести общую проверку уровнем. При более грубой сборке можно было бы начать с этого.

При установке подобных длинных рам безусловно следует пользоваться лишь фундаментными параллелями, строго выравненными по горизонтальной плоскости.

Укажем, что далее иногда производят работу по расточке гнезд рамовых подшипников при помощи длинного шпинделя. Впрочем, чаще эта работа уже бывает выполнена предварительно в механической мастерской.

Изложение этой главы мы отнесли к случаю слабоватой рамы легкого типа. Конечно, рамы особо жесткие установить можно проще и быстрее. Однако вообще при точной работе не следует преувеличивать значение жестких профилей, ибо подтянутая гайками фундаментная рама на своей верхней поверхности отражает почти все неровности поверхности лежания в виде соответственных несколько более отлогих неровностей.

Последующие мелкие работы. Когда фундаментная рама установлена, можно заняться более мелкими работами, как-то: пилением и шабрением по уровню тех или иных обработанных мелких поверхностей ее, монтажем нижнего трубопровода и т. п.; впрочем, нельзя ставить окончательно такие трубки, которые могут быть во время дальнейших работ обмяты и так или иначе повреждены; их следует только заготовить и, перевязав на время пучками, сохранить.

Пригонка вкладышей рамовых подшипников в их гнезда.

Вкладыши рамовых подшипников прибывают на сборку из механической мастерской довольно точно пригнанными к своим гнездам; для верхних крышечных вкладышей обычно достаточно этой точности пригонки, на нижние же вкладыши нужно обратить особое внимание, ибо они подвержены большим усилиям в работе, их во всяком случае нужно припилить при сборке машины «по краске».

В жестяной банке разводят на чистом машинном масле одну из применяемых красок, напр., берлинскую лазурь, так, чтобы получилась жидковатая мазь. Этой мазью намазывают более или менее обильно гнездо для вкладыша в раме и ставят вкладыш; ударами свинцовой кувалды, наносимыми с боков, ворочают его, чтобы краска могла дать знаки; затем, вынимают вкладыш и опиливают шлифной пилой окрашенные места и т. д. пока не достигнут желаемого результата. При этой пригонке достаточно получить заметное, более или менее равномерное прилегание поверхностей.

Укажем в заключение, что, во избежание недоразумений, следует вкладыши иметь пронумерованными.

Монтаж коленчатого вала.

Главная часть работы монтажа коленчатого вала сводится к шабрению нижних вкладышей рамовых подшипников.

Прежде всего возникает вопрос, представляют ли рамовые [1] шейки вала в точности цилиндрические поверхности и притом с одной общей осью, что требуется по существу дела. Если нельзя положиться на аттестат вала или какие-либо другие данные, то вал следует проверить, поставив его на токарный станок или на разметочный стол на центры. Разумеется, при подобных промерах вал должен быть подперт достаточным количеством люнетов, чтобы не получалось прогибов. Проверку производят индикатором или просто рисмусом на штативе. Если же вал пустотелый, то выгодно воспользоваться шелковой нитью, протянув ее от его оси. Отмечаем целесообразность применения в данном случае шелковой нити по сравнению с возможным применением стальной проволоки.

Следует обратить внимание на соединительные муфты составных валов, так как часто вал дает перекосы именно на этих местах. Если таковой недочет обнаружен, то его исправляют шабрением и опиливанием стыка. Если же вал дает погрешность в цельном месте, то остается только прибегнуть к правильному прессу. Укажем, что сравнительно редко встречаются неточности в рамовых шейках, но чаще в мотылевых. Вообще же в правильно поставленном производстве все проверки вала должны быть произведены вне общей сборки.

Крайне желательно, чтобы коленчатый вал был вполне доброкачественный и самой точной выработки. Точная выработка вала чрезвычайно облегчает многие операции его монтажа, и, соответственно, монтажа всего двигателя. Дополнительно правильность его выясняется, можно сказать, сама собой после монтажа; таким образом вал не может остаться непроверенным.

Итак предположив, как правило, что вал неточностей не имеет, сразу приступают к пришабриванию его. Эта операция одновременно преследует две главные цели: во-первых, нужно пригнать к валу плотно вкладыши рамовых подшипников, во-вторых, выровнять вал вполне горизонтально в раме. Более редко ведут дело иначе: не доверяя валу вполне, приступают к строгому выравниванию нижних вкладышей рамовых подшипников. Причинами, побуждающими итти последним путем, являются: во-первых, обнаруженная некоторая недоброкачественность вала, во-вторых, желание вообще поднять точность работы, в-третьих, случай особо длинных двигателей и соответственно валов.

Общая проверка нижних вкладышей рамовых подшипников. Примитивный способ монтажа вала и работа шабрения вкладышей рамовых подшипников по валу.

Как выверить рамовые вкладыши? В случае, если была применена расточка как гнезд, так и самих вкладышей на месте сборки, то осевое положение вкладышей можно считать в значительной степени гарантированным. Из способов проверки, конечно, прежде всего надо указать на протягивание по оси всех подшипников шелковой нити, при чем расстояния от оси до выверяемых

[1] Т. е. шейки, лежащие в рамовых подшипниках.

ГОС. ПУБЛИЧНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА СССР
2926 14/6
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПУБЛИЧНАЯ НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА

поверхностей вкладышей измеряются стержневыми шаблонами подобно тому, как это описано в главе о монтаже рабочих цилиндров. Этот прием следует применять для случая сборки очень крупных двигателей. Далее имеется еще другой очень хороший способ производства работы, который часто практикуется. Вытачивают стальной или даже чугунный довольно длинный цилиндр в виде трубы, внешний диаметр которой строго равен диаметру рамовых шеек коленчатого вала. По этому вспомогательному валу пришабривают подшипники, что значительно облегчает и улучшает качество всей работы. Главная выгода получается в том, что вспомогательный вал, не имея колен и благодаря трубообразной форме как в обработке, так и в пользовании, неспособен давать значительные прогибы от провешивания и труднее повреждаем. По нему можно очень хорошо пришабрить вкладыши. Этот способ вообще следует рекомендовать; впрочем он не исключает необходимости в конечном счете пришабрить вкладыши и по самому коленчатому валу.

Теперь перейдем к описанию более обычного и в то же время примитивного способа монтажа вала. На этот раз мы считаем, что рамовые шейки вала выполнены достаточно точно, а потому прямо по ним будем шабрить нижние вкладыши. Из приводимого ниже описания производства работы мы увидим, что даже при этих условиях дело обстоит далеко не просто.

Вал многоцилиндровых машин очень дорог, его берегут как только можно. Лучше всего, если все работы с валом были бы произведены под руководством какого-либо особо опытного монтера, он же управлял бы канатом при поднимании и опускании вала и также производил все промеры уровнем.

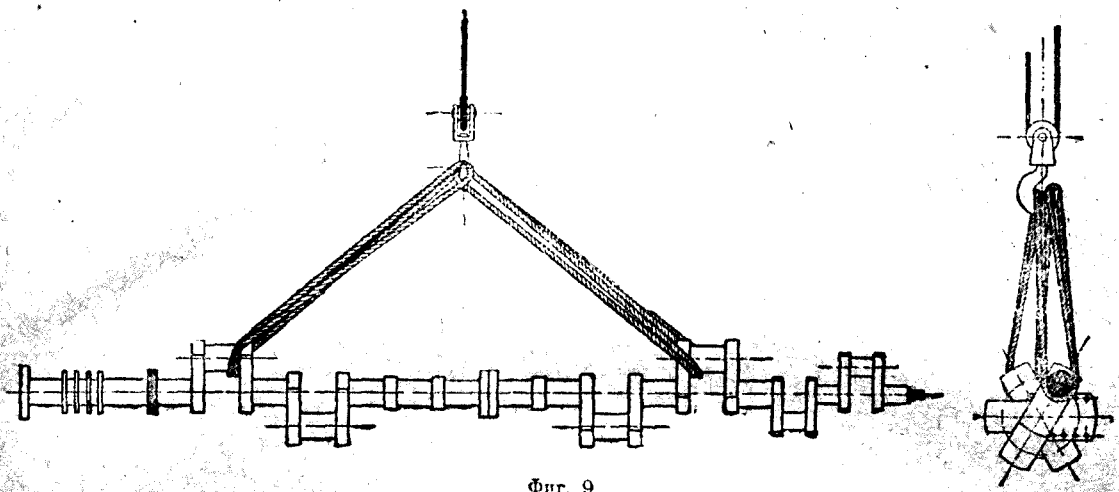
Поданный мостовым краном вал укладывают вдоль фундаментной рамы рядом с ней, на двух деревянных козлах; укладывают вал на его рамовые шейки. Заметим при этом, что в виду значительной тяжести вала козлы должны быть поставлены в надежных местах деревянного настила мастерской. [1]

Прежде всего нужно почистить рамовые шейки вала наждачной бумагой, не грубее № 1 (т. е. в общем довольно грубо), смачивая при этом обильно керосином. Замеченные ссадины снимаются маленькой шлифной пилой.

Во время пришабривания приходится неоднократно поднимать и опускать вал краном. Эти поднимания и опускания его требуют самого внимательного отношения. Вал делается из сравнительно нетвердой стали, и малейшее задевание за части машины сразу дает крупные ссадины на нем. При опускании вала смотрят внимательно, чтобы, во-первых, не насадить его на имеющиеся в фундаментной раме шпильки, во-вторых, не повредить его шестерни, в-третьих, не обмять края рамовых вкладышей. Соответственно этому необходимо присутствие по крайней мере трех рабочих: по одному у концов вала и одного при шестерне. Незначительная негоризонтальность висящего на крану вала выправляется силой или весом рабочих. Нечего и говорить, что первое опускание наиболее опасно: например, может случиться, что вал с противовесами даже не умещается в отливке фундаментной рамы, если рама спроектирована тесно и к тому же либо модель усохла, либо чугун сильно сел в отливке и т. п.; в таком случае, подняв снова вал, подрубают раму зубилом согласно сделанным отметкам мелом. При подъеме вала с фундаментной рамы всегда возможно, что канат положен не совсем правильно, и вал поднимается одним концом. Этого ни под каким видом нельзя допускать, ибо малейшая зацепка с одного конца вала еще больше вытянет канат с этого конца и, если мы будем продолжать подъем вала, то он зацепится еще сильнее, и может в косом положении сильно заклиниться во вкладышах. Таким образом ясно, что в данном случае вал следует опустить и поправить канат. Во избежание этих осложнений при подъеме с фундаментной рамы вал качают за концы в вертикальной плоскости. Поднимание же и опускание вала на козлах не представляет никаких затруднений.

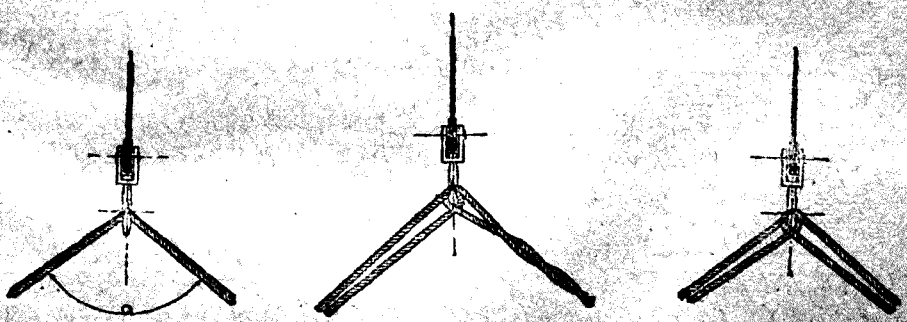
[1] Что касается противовесов, то в сущности безразлично: пришабривать ли вал с противовесами или без них.

Захватывание канатом (или, как его чаще называют, стропом), производится за две мотылевые шейки вала (фиг. 9), при этом, как сказано, вал должен висеть по возможности горизонтально. В распоряжении рабочих имеются следующие приемы поправок каната, когда приспущен кран: во-первых, грубую поправку каната производят перемещая место перегиба каната (фиг. 10), во-вторых, более тонко подправляют канат, закручивая одну из петель, отчего она



Фиг. 9.

укорачивается (фит. 11), в-третьих, можно переменить порядок надевания петель на гак крана (фиг. 12); наконец, в-четвертых, незначительное исправление не совсем горизонтально поднятого вала, не спуская его, можно произвести силой или весом самих рабочих; в этом последнем случае вал несколько подается вдоль своей оси, что нужно иметь в виду. Таким образом для того, чтобы правильно

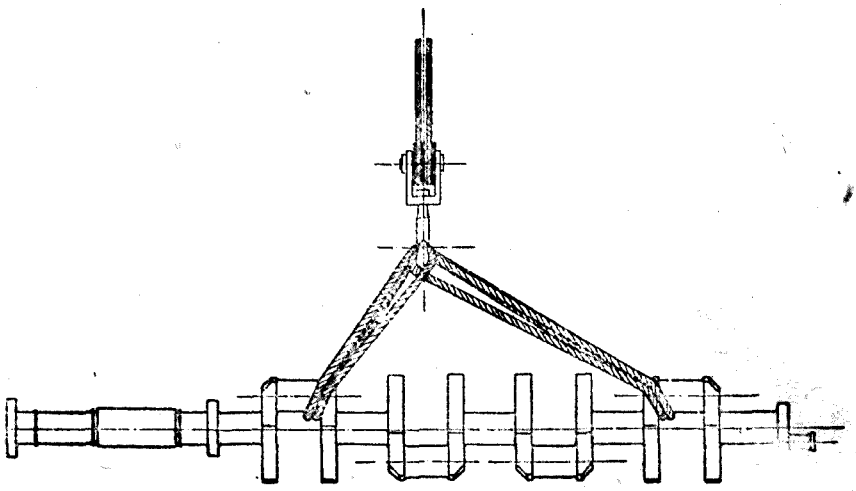


Фиг. 10. Фиг. 11. Фиг. 12.

поднять вал, монтер, надевающий капат, должен учесть следующее: во-первых, что вал нужно захватить против его центра тяжести, во-вторых (фиг. 13), что вследствие неодинаковости наклона и длин капатов с обеих сторон гака, более длинный канат может больше вытянуться и таким образом дать перекос положения вала, в-третьих, что взятый за колена вал может быть не вполне уравновешен относительно плоскости, проходящей через его ось и гак, и, повернувшись на некоторый угол, вызвать опять нарушение горизонтальности и пр.

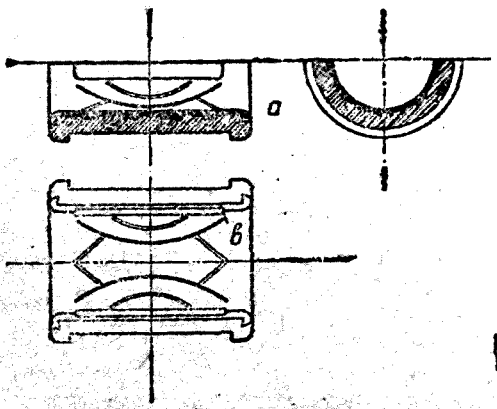
Работа шабрения нижних вкладышей раковых подшипников производится треугольным шабром. Вкладыши больших машин обычно залиты баббитом, который легко шабрится. Применение баббита во многих случаях имеет значительные преимущества сравнительно с применением бронзы. Хороший баббит должен быть хрупковат и, если допустимо это сравнение, должен в своей стружке несколько походить на стеарин.

Намазав краской шейки вала, ведут предварительное пришабривание вкладышей. Для этого их выбивают из гнезд и, накладывая на шейки вала, расположенного на козлах, несколько поворачивают, заставляя тем краску указать места, в которых нужно шабрить, при чем сперва окрашиваются только края вкладышей, ибо в механической мастерской вкладыши вырабатываются с небольшой нехваткой в диаметре. Следует энергично снять материал вкладыша,



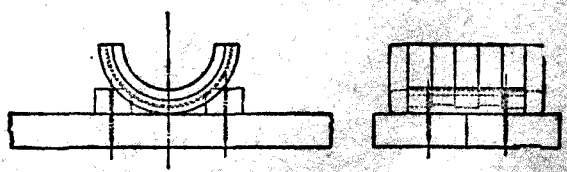
Фиг. 13.

если он касается шейки на скруглениях *а* (фиг. 14). Для этой последней работы пользуются полукруглым напильником [1] и выравнивают места пилой. Работу шабрения вкладышей нередко производят на досках, между прибитыми планками (см. фиг. 15). В указанном предварительном пришабривании нужно достигнуть лишь первого появления окраски по середине вкладыша. Далее, вкладыши снова заколачивают на свои места в фундаментной раме.



Фиг. 14.

Мотылевые шейки вала очень скупо намазывают краской и вал опускают на вкладыши, при этом, если свободный подшипник уже поставлен (но, конечно,

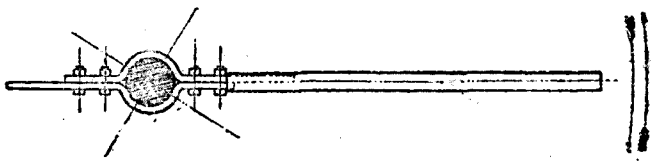


Фиг. 15.

не вполне выверен), то отдают его крепительные болты, чтобы он мог расположиться по валу без напряжений. Опускают вал, как сказано, в первый раз особенно медленно и осторожно, и смотрят, чтобы он не въелся во вкладыши. Затем, подняв его, начинают шабрить вкладыши в местах видимых обжимов и частичной окраски и т. д. Для ускорения работы, покамест это возможно, шабрят энергично, значительно надавливая рукой на шабр, при чем даже захватывают те области, где не получилось еще окраски, стараясь предугадать места, где скоро появилась бы таковая. Безусловно, нельзя допускать, чтобы вкладыши трогали вал своими

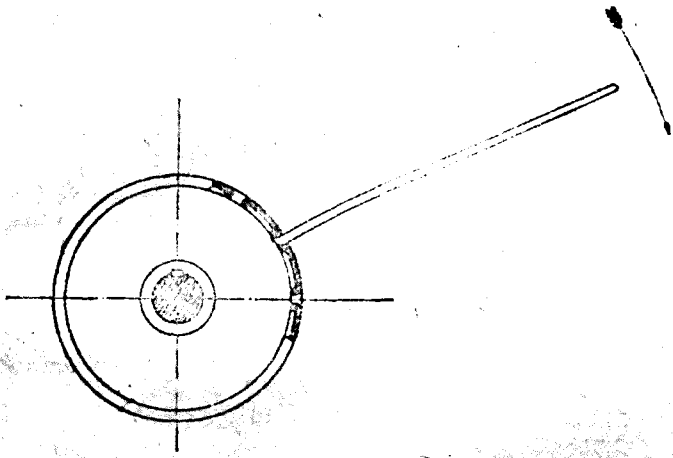
[1] Заметим, что напильники сильно засоряются баббитом.

торцами или закруглениями у торцов; при появлении здесь окраски лишний баббит нужно энергично сшабрить. Делается исключение в этом смысле только для одного подшипника, т. н. упорного или направляющего, который обычно располагается на середине вала или около шестерней и не очень далеко от маховика. Торцы его нужно пришабривать сравнительно плотнее, впрочем все же с довольно большими зазорами, так что краска должна показываться только едва заметно. Некоторые конструктора проектируют этот подшипник с усиленными торцами.



Фиг. 16.

Когда достигнуто, что краска и блики, происходящие от сильного давления на металл, показываются на вкладышах целыми областями пятен, следует, приспустив кран, попробовать провернуть вал. Чем раньше удастся провернуть вал, тем лучше для дела, ибо краска начнет лучше показываться и работа в дальнейшем пойдет быстрее. Первое время повертывать вал очень трудно, ибо подшипники еще не готовы и сильно заедают. Принято поворачивать вал на один оборот в одну сторону и на один — обратно. Канат при этом можно не снимать с вала и даже оставлять его на гаке, но при этом так располагать, чтобы он не запутывался в колена нала.



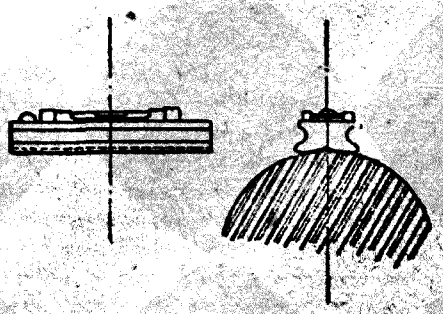
Фиг 17

В этом периоде работы выясняется окончательно, не нужно ли где-нибудь подрубить фундаментную раму, если она отлита слишком тесной.

Для поворачивания вала захватывают его хомутом, усилив полученный рычаг трубой, или же пользуются ломом, захватив им за муфту вала и т. п.

Тип хомута показан на фиг. 16. Его надевают на месте маховика, или, вообще, на конце вала, подложив наждачной бумаги для усиления трения и крепко стянув болтами. Трубу, увеличивающую рычаг, берут в $1^1/_2 — 2$ *м* длиной. Трое или четверо рабочих толчками тянут за трубу. Отметим, что тянуть легче сверху вниз, что и является более безопасным.

Другой способ захвата вала, а именно при помощи муфты Фойта, показан на фиг. 17. Конечно, легко придумать очень много других различных приспособлений для поворачивания вала. Напомним о применении для этих целей червячной передачи. Поворачивание же за маховик описано ниже.



Фиг. 18.

По достижении возможности поворачивания вала во вкладышах, приступают к промерам горизонтальности его по уровню. Применяемый для этой цели пузырьковый уровень имеет специальный двукромчатый низ (см. фиг. 18),

сделанный для того, чтобы он мог хорошо укладываться на валу. Разумеется, промеры производятся не на одной, а на всех мотылевых шейках вала. Дальнейшее шабрение сообразовывают с показаниями уровня. Весьма желательно, чтобы к этому времени и свободный подшипник был установлен окончательно. Это весьма существенно, ибо пришабривание вала без свободного подшипника, если и возможно, то очень часто ведет к неприятностям, ибо свободный маховиковый конец вала сильно провешивается, в особенности если он отягощен еще какой-нибудь муфтой. Вообще работа шабрения вкладышей не может быть доведена до конца, если не поставлен свободный подшипник.

Чем дальше подвигается дело шабрения рамовых вкладышей, тем меньше краски нужно намазывать на шейки вала; наконец, они поддерживаются чуть-чуть голубовато-сероватыми, при чем не должно забывать каждый раз перед опусканием вала выравнивать краску на шейках тряпочкой, не оставляющей ниток, или просто рукой. Несмотря на малое количество намазываемой краски, благодаря тяжести вала, вкладыши хорошо окрашиваются. В благоприятных условиях, именно, когда краска намазана скупо, она красит, не давая никаких сдвигов, и, следовательно, указывает точно те места, которыми металлы соприкасаются. На местах же особо сильного нажима, где деформируется металл, краска вовсе не оставляет следов. Это — так называемые, по терминологии мастеровых, «крепкие» места, на которые надо обратить особое внимание. Таким образом, кроме окрашенных, образуются еще язвообразного вида места, в середине которых сильно блестит стертый металл, окруженный отчетливым кольцом краски; это означает, что прилегание материалов было настолько плотным и нажим был так велик, что стерлась краска, обмялся заевший материал и краска удержалась только кругом.

Особенно хорошо видны эти «крепкие» места, если вместо краски пользоваться салом, при чем они получаются желтоватыми. Между прочим, существует очень точный способ пришабривания без краски, прямо по «крепким» местам, но по этому способу могут работать только наиболее опытные рабочие.

В нашем случае «крепкие» места нужно шабрить сильнее всего остального.

Практически после каждой окраски можно прошабрить вкладыши не более четырех раз: по два раза по двум диагональным, перекрещивающимся направлениям, — первое прохождение по краске, второе перекрестное по следам свежих штрихов, третье и четвертое — просто по памяти, при чем шабрение по памяти, конечно, не точно, но полезно, как ускоряющее работу.

Возникает вопрос: насколько понижается вал после каждого четырехкратного пришабривания? Стружка баббита имеет в толщину $^1/_{20} — ^1/_5$ *мм*, но надо принять во внимание, что мы сшабриваем только окрашенные и «крепкие» места, да и то с некоторой неточностью, так что практически вал за один раз едва ли опускается и на $^1/_3$ толщины стружки.

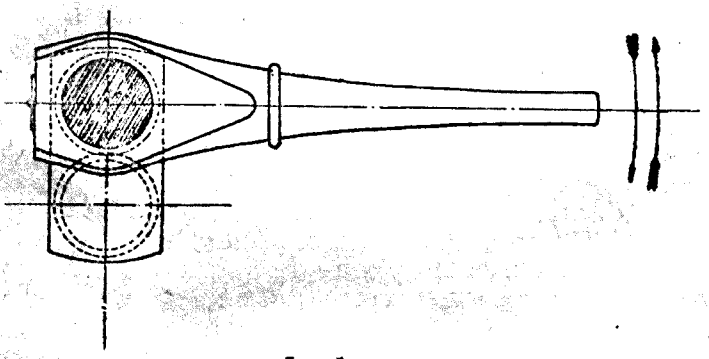
Понятно из геометрических соотношений, что для понижения вала следует больше сшабривать низ вкладыша, а с боковых поверхностей снимать сравнительно меньше материала. При работе неопытных рабочих иногда может получаться такое явление, что, сколько бы ни сшабривали бока вкладышей, они все равно способны окрашиваться; в данном случае вал, очевидно, перекатывается, как каток. Наоборот, когда вал пришабрен вполне, нужно раза два крепко пройти шабром именно по бокам вкладышей приблизительно на 30 — 40° дуги и добиться того, чтобы получился зазор. Это — общее и важное правило пришабривания вкладышей, основанное на том, что от тепловых влияний они могут коробиться и имеют больше всего шансов заесть в работе двигателя именно своими боками. Правда, вкладыши еще при своем изготовлении согласно чертежей имеют бока сточенными некоторой цилиндрической поверхностью (см. срез *в* на фиг. 14), но, не надеясь на эту расточку, тем более, что она обычно выполняется на дугу, меньшую 30 — 40°, нужно, как сказано, сильно пришабрить бока вкладышей.

В конечном счете нет основания доводить шабрение до того, чтобы почти вся рабочая поверхность вкладыша стала окрашиваться от вала, достаточно

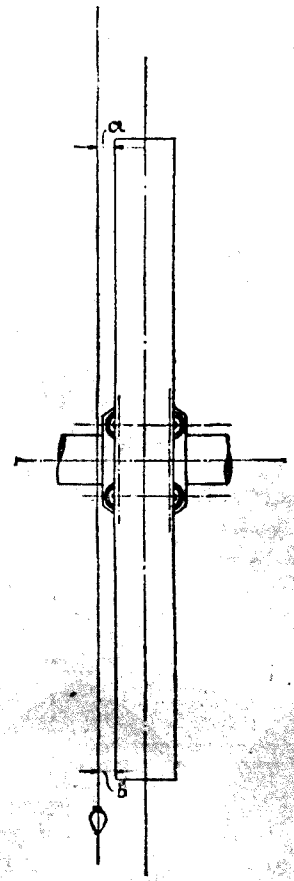
достигнуть лишь равномерного расположения синих пятен, при чем площадь окрашенного может даже не достигать 10% всей прилегающей поверхности, если пятна действительно располагаются равномерно. Во всяком случае получение 15 — 20% достаточно равномерного окрашивания вкладышей при слабом намазывании шеек вала можно считать вполне удовлетворительным. Незачем также стараться работать шабром мелко, добиваясь мелких пятен окраски. Ширину стружки практично поддерживать от 4 до 10 *мм*; соответственно этому естественный размер квадратной или ромбовидной площадки каждого пятна краски немного меньше указанной нормы (считая по стороне квадрата или ромба). Допускают мелкий штрих только по необходимости в тех местах, где работать иначе неудобно. Стремиться к особой красоте шабренного штриха также нет оснований, потому что все равно штрих будет нарушен, когда вырубят канавки для масла и прошабрят баббит снова; тогда поневоле придется «замельчить» и испортить красивую первоначальную «рогожку» крупного штриха.

Напомним еще, что в конце работы весьма важно окончательно выследить и непременно сшабрить все «крепкие места».

Иногда после шабрения прибегают к шлифовке вкладышей при помощи соответствующего вала, обернутого наждачной бумагой, или даже большой



Фиг. 19.



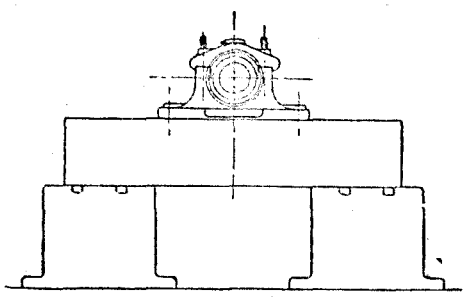
Фиг. 20.

развертки. Думается, для нормально рассчитанной машины эту меру уточнения надо признать излишней, тем более, что не исключена возможность при известной неловкости даже испортить уже достигнутый результат. Во всяком случае едва ли этим приемом достигается устранение усадки баббита вкладышей, наблюдаемое в первые дни работы машины. Более действительным средством борьбы с таковою усадкой надо считать прочеканку баббита ручником непосредственно после его заливки для его уплотнения.

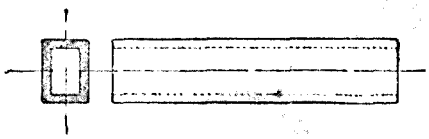
Укажем, что некоторое ускорение в производстве описанных работ пришабривания вала можно внести тем, что поднятый с фундаментной рамы вал не опускать вовсе на козлы, а оставлять висеть в воздухе; однако это допустимо лишь при том условии, если крап свободен и не нужен для других работ.

Хорошо пришабренный вал даже без смазки свободно вращается во вкладышах и между прочим, если он довольно хорошо уравновешен в своих массах, то легко прощупать при поворачивании малейшую изогнутость его. Ясно, что после пришабривания рамовых вкладышей всякая прощупываемая неправильность при вращении может быть отнесена исключительно на счет самого вала, а не вкладышей или рамы машины. Однако, если даже небольшая изогнутость

вала и обнаружена, то это еще не значит, что его нужно непременно выправлять, указанный метод прощупывания при поворачивании весьма чувствителен, и обнаруженная изогнутость вала может быть очень незначительна. Кроме возможной общей изогнутости вала, иногда (хотя и редко) встречаются некоторые неточности в самих рамовых шейках его. В таком случае следует приступить к некоторому опиливанию их по подшипникам, при этом предпочтительно краску накладывать не на шейку вала, но на баббит вкладыша подшипника. Эту работу производят в то время, когда вкладыши уже удовлетворительно пришабрены по валу, если только последний сколько-нибудь был пригоден для таковой работы. В худшем случае приходится по несколько раз переменять работу,



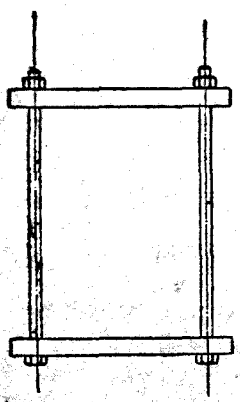
Фиг. 21.



Фиг. 22.

то переходя к обработке вкладыша, то — вала и т. д. Шейку вала, в случае надобности, опиливают при помощи деревянного бруска, обернутого наждачной бумагой, при чем бумагу лучше всего на брусок наклеить. Для общего выравнивания поверхности шейки вала применяют известный в токарном деле деревянный хомут, обжимающий наждачную бумагу, наложенную на шейку вала (фиг. 19).

Если вал очень короткий, то, кроме простого накладывания уровня на него, можно предложить очень хороший, но менее общий метод выверки горизонтальности вала по маховику (фиг. 20). У самого вала недалеко от маховика опускают отвес и помощью плоского шаблона измеряют расстояние *а*, потом, сделав валом полоборота, измеряют расстояние *в*. Если $a = в$, то вал горизонтален. Однако, большею частью валы дизелей сравнительно длинны и работу выверки приходится вести накладыванием уровня на рамовые шейки. Выверка горизонтальности вала по уровню производится со всей возможной степенью точности.

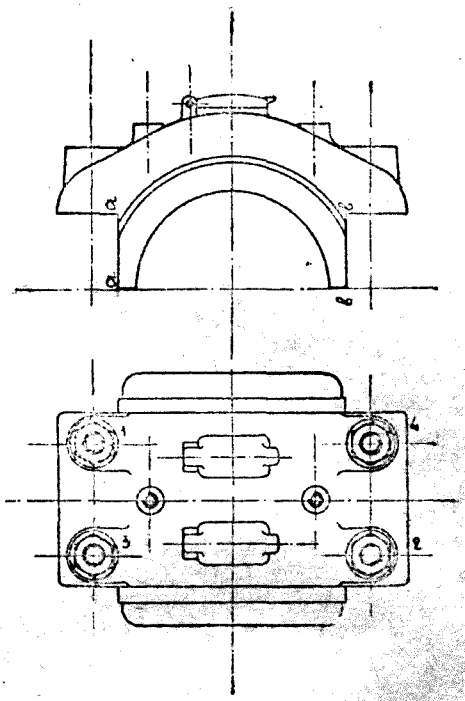


Фиг. 23.

Установка свободного подшипника. Свободный или, иначе, внешний подшипник устанавливается на отдельных небольших фундаментных параллелях и дополнительных подкладках, при чем при помощи последних достигается нужная высота его положения. Для этих целей имеется в мастерской комплект подкладок в виде коротких чугунных балок, показанных на фиг. 21 и 22. Кроме того пользуются подкладными железными пластинами и жестью; подкладывать бумагу в данном случае не нужно в виду того, что обычно свободный подшипник устанавливается в то время, когда еще далеко не пришабрен вал и, следовательно, не имеется надобности в особо точной установке высоты подшипника. Для подкладывания жести и пр. приходится несколько приподнимать подшипник, что исполняется небольшим ломом, при чем желательно, приподнимая подшипник, не сдвинуть его в сторону, что вполне возможно при осторожной работе. Закрепляют его и всю систему фундаментных параллелей и подкладок простыми приспособлениями из массивных железных досок с продетыми сквозь них длинными болтами (фиг. 23) или также какими-либо захватками подобного же рода. Отпустив закрепляющие гайки подшипников и опустив коленчатый вал, мы получаем возможность установить подшипник

по валу. При помощи щупа, просовываемого в зазоры, и уровня, накладываемого на вал, выверяют,[1] насколько правильно расположился подшипник и замеченную косину против осевого положения выправляют боковыми ударами свинцовой кувалды, при чем крепительные гайки следует оставлять слабо затянутыми.

В данном случае мы имеем применение совершенно общего приема перемещения устанавливаемой детали ударами кувалды при слабом закреплении всей системы: ясно, что если, наоборот, отпустить гайки совсем, то при закреплении деталь обычно опять сдвинется и установка ее в целом весьма задержится. После установки подшипника нужно его пришабрить по валу, проверяя положение вала по уровню.



Фиг. 24.

Более прямой и, надо сказать, смелый метод установки заключается в нижеследующем: опускают вал на вкладыши фундаментной рамы, снизу подводят на свое место свободный подшипник и краном с некоторой силой прижимают его к валу таким образом, чтобы при этом уничтожилось провешивание вала; затем остается только подложить под подшипник все необходимые подкладки, чтобы на промежутке от свободного до ближайшего концевого подшипника вал был горизонтален при полном закреплении свободного подшипника к его фундаментным параллелям. Проверку производят пузырьковым уровнем, положенным на вал, и щупом, просовываемым в зазоры.

Необходимые перестановки производят свинцовой кувалдой по предыдущему. Работа пришабривания вкладыша свободного подшипника производится в следующем порядке: сперва производят предварительное пришабривание, накладывая его на вал (понятно, что эта работа должна быть выполнена прежде всего, ибо иначе немыслимо все ранее описанное); затем, переходят к обратному — вкладыш заколачивают на место и, накладывая и поворачивая окрашенный вал, получают показательные следы краски, по которым и шабрят его совместно с производимым шабрением всех рамовых подшипников.

Крышки рамовых подшипников. Переходя к вопросу о монтаже крышек рамовых подшипников упомянем прежде всего о некоторых особенностях их конструкции.

Почти всегда в конструкции крышек имеются две направляющие плоскости, а именно: *а* — *а*, *в* — *в* (фиг. 24). Эти плоскости сделаны для того, чтобы лишить крышку возможности бокового сдвига. Несомненно, что такое требование они выполняют, но кроме того, по всей видимости, эти плоскости должны бы играть роль направляющих плоскостей и при подтягивании крышки, не допуская перекоса. Это последнее требование вполне основательно, но, чтобы удовлетворить ему, указанные плоскости по своим размерам обычно слишком недостаточны. Итак, при затягивании крышек подшипников в большинстве случаев нельзя ни в малейшей степени рассчитывать на то, чтобы крышка стала хорошо, если мы не отнесемся внимательно к равномерному подтягиванию гаек.

---

[1] Кроме щупа и уровня, некоторые указания на положение подшипника дает и краска, которой намазан вал.

Общее правило крепления гаек заключается в том, чтобы крепить по диагоналям, т. е. сперва слабо подтянуть некоторую первую гайку, потом диагонально противоположную и т. д.; см., напр., нумерацию в плане (фиг. 24). Когда подтянуты слабо все гайки, надо пройти места в том же порядке, но закрепить гайки уже сильнее и т. д. Очевидно, что все гайки данного подшипника должен закреплять один и тот же рабочий, чтобы он мог почувствовать силу подтягивания и закрепить равномерно. Укажем, что при невнимательном закреплении крышки подшипника картина окраски вкладыша будет неопределенной, а именно: то окрашивается середина, то правый, то левый бок. В течение производства работы монтажа крышек рамовых подшипников, конечно, достаточно их закреплять только одними гайками, не прибегая к контр-гайкам.

Приступая к монтажу крышек мы должны прежде всего обратить внимание на нумерацию их, чтобы не перепутать их в работе. Коленчатый вал кладут на козлы и, намазав краской рамовые шейки его, производят предварительное пришабривание вкладышей крышек по описанному выше, при чем, если крышки очень легкие, то эту работу можно выполнить, не выбивая вкладышей из них. Потом, разведя краску пожиже, намазывают довольно обильно шейки вала и ставят на его место в фундаментной раме, тщательно оберегая в дальнейшем от возможного замусоривания стружками баббита или бронзы. Обильное намазывание жидкой краской в данном случае имеет то основание, что под давлением тяжести вала краска главным образом вытирается нижними половинами вкладышей; таким образом количество ее на валу, необходимое для пришабривания вкладышей крышек, убавляется и становится несколько неравномерно распределенным. Применение жидкой краски позволяет поддерживать более равномерное и длительное намазывание ее. [1] Вообще же надо помнить, что чем больше применено краски, тем менее точна работа.

Далее, укладывают и закрепляют одну или две крышки гаечным ключом «от руки» [2] и пробуют поворачивать вал (например, по одному обороту в обе стороны). Несомненно будет лучше для дела, если проворачивать таким образом только одну крышку одновременно, ибо иначе трудно почувствовать степень закрепления. Гайки крышек при этом поддерживаются затянутыми так, чтобы поворачивать вал было весьма тяжело, но все же возможно.

Снятую затем крышку начинают шабрить по следам краски, устроившись с этой работой вблизи машины, напр., на досках между прибитыми планками, не позволяющими крышке вертеться во время шабрения, аналогично показанному на фиг. 15.

Нередко во время работы получается, что после нескольких шабрений вкладыши крышки совсем перестали брать краску, что означает, что они легли боками и не трогают вала. В этом, впрочем, никакого недоразумения нет, — нужно только спилить их бока обыкновенной плоской пилой приблизительно на 0,3 *мм*, равняя плоскость по образцовой плитке, после чего окрашивание опять будет иметь место. Если имеются подкладки, то спиливают на 0,3 *мм* именно их, при чем их толщину следует выверять по штангенциркулю.

Общее пришабривание вкладышей крышек может быть допущено менее совершенным, чем нижних вкладышей, но опять же необходимо в конце работы сильно сшабрить боковые края и «крепкие места».

Поднимание и опускание крышек для ускорения работы по возможности производят силой рабочих и только когда крышки слишком тяжелы, прибегают к крану. Сверху крышки обычно имеются нарезанные гнезда, куда ввинчиваются рымы, или, как их еще называют, штопора, обухи, отжимы (фиг. 25).

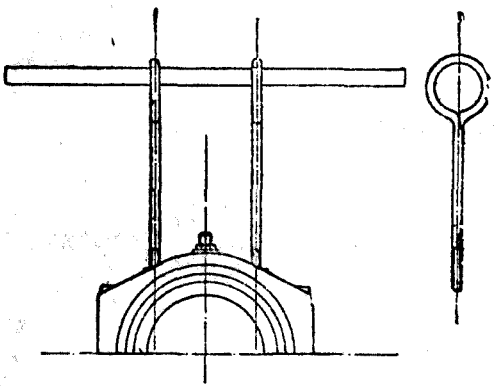
---

[1] В противоположность этому при ремонтах машины, не желая вынимать вал и в то же время не допуская замусоривания его, прибегают к шабрению крышек совсем без краски, прямо по «крепким» местам, т. е. бликам, получающимся в местах сильного давления на металл.

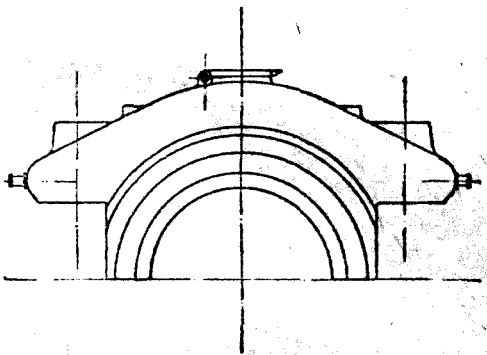
[2] Термины «от руки», а также «от трубы», «от молота» и т. п. объяснены ниже в главах, касающихся вопроса о гайках, подкладных шайбах и гаечных ключах.

Это приспособление значительно облегчает работы поднимания и опускания крышек. Продев сквозь проушины рым лом или трубу, удобно поднимать крышку, работая вдвоем. Крышки особо крупных машин, которые, конечно, поднимаются крапом, иногда имеют вместо гнезд для штопоров приспособление, видное на фиг. 26 в виде горизонтальных штифтов, вокруг которых захватывают стропом крапа; эти приспособления позволяют легко переворачивать крышку на стропе перед опусканием ее на пол.

Только пришабрить крышку является недостаточным, нужно еще установить необходимые зазоры: именно, получить при довольно сильном закреплении [1] ее еще некоторый зазор около 0,15—0,2 *мм* между валом и поверхностью вкладышей. [2] Заметим, что в противоположность этому применяют иногда просто некоторый отпуск крышки для получения зазора, при чем гайки отжимаются контр-гайками. Последний способ в машиностроении допускать не следует, хотя, несомненно, он самый простой, ибо при нем исключается, по существу, работа установки определенного зазора.



Фиг. 25.



Фиг. 26.

Укажем следующие пути для установления правильного зазора вообще:

1) Допустим, что получена удовлетворительная картина окраски вкладыша крышки; тогда вкладыш продолжают шабрить до тех пор, пока он не перестанет окрашиваться краской вала (этот момент легко заметить хотя бы по тому, что вал станет легко вращаться, несмотря даже на недостаток смазки). Первое исчезновение окрашивания после того, как непосредственно перед этим вкладыш обнаруживал хорошую картину окраски, дает указание, что работа закончена. Описанный прием имеет один недостаток, впрочем легко устранимый: именно, в начале работы машины баббит сравнительно легко обжимается и потому скоро придется опиливать вкладыши. Во избежание этого неудобства во время пришабривания прокладывают между плоскостями лежания вкладышей одну бумагу (0,15 *мм*), вырезанную по фигуре вкладыша, или фольгу, чтобы иметь возможность после первого обжима баббита вынуть ее.

2) Почему же, однако, придерживаться прокладки именно из одной бумаги? В этом действительно нет никакой необходимости. Второй способ нормировки зазора и вообще пришабривания крышек подшипников основан на применении многих слоев прокладок бумаги между плоскостями лежания вкладышей подшипников.

Когда достигнута хорошая картина окрашивания вкладыша, подбирают под него такое количество «бумаг», чтобы даже солидно подтянутая ключом «от небольшой трубы» крышка позволяла сравнительно свободно вращаться валу (вал не смазан), но чтобы при этом снятие одного только слоя бумаги уже способно

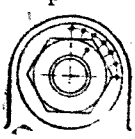
[1] Иногда производят закрепление «от трубы».

[2] В книге Фёппль, Штромбек, Эберман (Быстроходные дизеля. 1928) этот зазор устанавливается в 0,08 — 0,15 *мм*.

было стопорить вал. Подобный хороший результат возможен только в том случае, если во время шабрения обращено должное внимание на так называемые «крепкие» места (таким образом здесь мы имеем убедительный чисто экспериментальный пример необходимости старательного сшабривания таковых). При описанной работе стараются получить от одного до четырех слоев бумаги, при чем нет особой надобности в том, чтобы с обеих сторон вкладыша было бы непременно одинаковое количество подложенных бумаг.

Недостатком этого хорошего по существу способа является легкая возможность в дальнейшем перепутать необходимое число бумаг для данного подшипника и таким образом закрепить ее неправильно.

3) Способ третий применим главным образом тогда, когда между вкладышами по конструкции имеются толстые металлические прокладки. Он заключается в том, что по достижении опять же удовлетворительной картины окрашивания вкладыша в виде полученных целых областей пятен краски производят следующие три опыта: а) затягивают крышку без подкладок, чтобы вал застопорился, и отмечают зарубками положение гаек, b) отдают гайки до принятой нормы зазора путем определения вращаемости вала или путем вычисления по шагу нарезки шпилек и опять замечают положение гаек, с) кладут подкладки и опять затягивают вполне крышки подшипника, снова заметив положение закрепляющих гаек. Далее, зная шаг винтовой нарезки шпилек, можно подсчитать, насколько следует спилить подкладки, чтобы крышка стала в положение *b*, которое и является искомым. Опиливание прокладок выполняется по штангенциркулю. Недостаток способа заключается в том, что измерение по положению гаек, производимое при помощи вычерчивания рисмусом вокруг гайки, некоторой угловой разбивки (фиг. 27) при соответствующей отметке на грани гайки, все же остается несколько сбивчивым.



Фиг. 27.

Далее можно указать на вводимые ныне наборы металлических прокладок, допускающие установку толщины с точностью до 0,1 *мм* на диапазоне от 0 до 6 *мм* и более. Понятно, что применение этих прокладок представляет большие удобства в описанных работах.

4) Четвертый способ носит универсальный характер. Некоторые его хвалят, но мы не видим в нем каких-либо серьезных преимуществ в данном случае его применения.

На шейку вала и плоскости вкладышей кладут свинцовые проволочки диаметром 0,5 — 1 *мм*, [1] затем ставят крышку и сильно прижимают ее гайками; далее снимают ее и по смятым проволочкам, путем измерения микрометром их получившихся толщин, а также замечая положения проволочек, выясняют места необходимого опиливания и шабрения. Способ этот применим для особо крупных подшипников.

Наконец, существует мнение, что шейку вала можно притереть к вкладышам, пользуясь твердыми порошками. Однако, это неверно, и мнение это следует отнести к предположениям или неосновательным уверениям малосведущих людей. Во всяком случае притирку такого рода можно допустить лишь как последнее выравнивание уже пришабренных поверхностей, но никоим образом не начинать с этой операции.

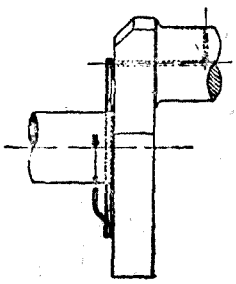
В результате работы пришабривания крышек подшипников должно быть достигнуто, чтобы при закреплении их гайками «от трубы», смазанный вал вращался довольно легко, хотя и не совсем свободно,—требуется достигнуть, чтобы он оказывался способным немного поворачиваться по силе инерции. Этим поворачиванием или «бросанием» вала для испытания вращаемости его с разгона, по инерции поверяется вся работа.

По окончании описанных работ предстоит приступить к пришабриванию мотылевых головок шатунов по шейкам вала и в то же время можно заняться эксцентриками главного вала, если таковые имеются. Далее занимаются монта-

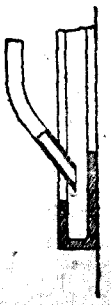
[1] Или также жгутики из двух более тонких проволок.

жем вертикальных валиков, связанных шестернями с главным валом и т. п. Эти операции хотя и могут до некоторой степени относиться к описанию монтажа вала, но будет удобнее их вынести в дальнейшие главы. Здесь мы позволим себе коснуться еще только некоторых работ, относящихся бесспорно собственно к валу.

Мытье вала и окончательная его установка. Установка центробежных смазочных колец. Для окончания работ по монтажу вала нам остается вымыть, смазать его, навинтить противовесы, надеть смазочные центробежные кольца и т. п. К операции общего мытья вала следует приступить только после пришабривания мотылевых головок шатунов и прорубки канавок вкладышей рамовых подшипников; короче сказать,— вал обмывают начисто перед окончательной постановкой его в фундаментную раму. Необходимость мытья вала, как отдельной операции хорошей сборки, следует из того, что с течением работ подшипники его могли быть немного замусорены и шейки вала намазаны краской и т. п. Итак, вал нужно вынуть и положить на козла. За дело мытья вала нужно взяться серьезно: принести достаточное количество свежих тряпок, достаточно керосина, наждачного полотна № 2 или даже № 3 (т. е. довольно крупного), плоские шабры, большой шприц и пр.



Фиг. 28.



Фиг. 29.

Главная часть мытья заключается в натирании вала тряпкой, обильно смоченной керосином, после чего надо пройти чистой сухой тряпкой.

Заметим, что невыгодно слишком рано обтирать насухо сталь вала, ибо в таком случае керосин не успеет «отъесть» грязь и ржавчину, и его самого еще остается слишком много, но нельзя и слишком опоздать с обтиранием, ибо тогда керосин успевает стечь и сухая тряпка плохо будет брать образовавшуюся липкую грязь.

Наждачное полотно (или бумага) и шабры предназначаются для очистки щек вала. Шабром соскабливают при поливке керосином крепко приставшую грязь, капли воска, свечи и засохшие капли и стоки вареного масла (это масло остается от работ метчиками). Отмечаем, что особенно стараются соскоблить все вареное масло.

Вареное масло есть один из источников заедания подшипников, ибо это масло нагревшись не делается более жидким, как смазочное, но, наоборот, пригорает и густеет, чем значительно затрудняется скольжение. Таким образом вареное масло оказывается по смыслу действия как бы противоположным машинному.

После скобления и чистки наждачной бумагой, конечно, должно последовать мытье керосином и вытирание сухой тряпкой по предыдущему. Наконец большим шприцом с силой пульверизуют керосин сквозь смазочные сверления вала; этим проверяется их доброкачественность. Промытые сверления можно временно заткнуть бумажками или концами.

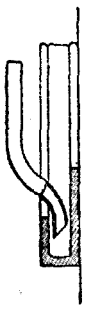
Кроме самого вала тщательно промывают керосином и вкладыши коренных подшипников. Затем на них обильно наливают из масленки машинное масло и опускают коленчатый вал. Шейки положенного вала тоже валивают машинным маслом и, соблюдая крайнюю чистоту, надевают крышки подшипников, вкладыши которых в свою очередь должны быть предварительно промыты керосином по указанному методу.

Далее закрепляют гайки крышек и законтривают их «от короткой трубы».

Наконец, испытывают «бросками», хорошо ли вращается смазанный вал, при чем он должен ясно обнаруживать вращение по инерции и с размаху самостоятельно делать пол-оборота и больше. Если еще не были поставлены противовесы, то их теперь своевременно будет поставить, при чем закрепляющие гайки противовесов нужно завинчивать очень туго,— приемом «от трубы».

Упомянем еще о встречающемся при центробежной смазке мотылей специальном улавливающем масло кольце, которое привинчивается к щекам окончательно уложенного вала. Для ясности оно показано на фиг. 28, 29 и 30. Масло льется в желоб кольца, откуда центробежной силой подается через сверленое отверстие в мотылевый подшипник.

Кольцо обычно привинчивается к щекам вала винтами. На практике же привинчивать указанные кольца почти всегда довольно неудобно и, к сожалению, за этим небольшим по существу делом теряют слишком много времени. Случается нередко, что уже по конструкции какой-нибудь винт можно завинтить только при условии, если поднять крышку ближайшего подшипника. Укажем, что в таком случае, сняв крышку, нужно не забыть обнажившуюся шейку вала сейчас же защитить от возможного замусоривания бумагой (как и вообще в дальнейшем). Медные трубки, подающие масло в желоб кольца, должны быть хорошо укреплены к стенкам фундаментной рамы, например, скобочками. Сточный конец трубки запиливается на косой срез для лучшего стекания струи масла, и самый сток должен быть осуществлен по типу фиг. 29, но не по типу фиг. 30, т. е. масло из кончика трубки должно литься в желоб с некоторой высоты. Очевидно тип фиг. 29 менее повреждаем, чем тип фиг. 30.



Фиг. 30.

Впрочем, в настоящее время в конструкциях начинает доминировать смазка валов «под давлением», которая удобнее и обнаруживает более надежное действие. В сборке этот последний способ смазки никаких затруднений не представляет.

Шатуны тронковой (бескрейцкопфной) конструкции.

Наименования частей шатуна приноровлены к конструкциям вертикальной машины (фиг. 31 и 32).

Общие требования исполнения. Монтированный готовый шатун должен удовлетворять следующему: 1) оси головного и мотылевого подшипника должны быть перпендикулярны к плоскости рисок и параллельны между собой, 2) расстояние между ними (длина шатуна) должно иметь необходимую величину, 3) вкладыши подшипников шатуна должны быть пришабрены соответственно шейкам вала и пальцу поршня (или крейцкопфа), 4) торцы вкладышей надлежаще спилены.

Далее, к монтажу шатуна могут быть отнесены некоторые работы, относящиеся собственно к выравниванию мотылевых шеек вала и постановке пальца поршня, ибо они производятся совместно с монтированием шатунов.

В виду некоторой сложности описаний этой главы и в целях упрощения дальнейшего изложения мы позволим себе ввести одну условность, заимствованную из практики: в некоторых случаях вместо длинных формулировок геометрических требований мы будем просто говорить — «правильно» или «неправильно». Дело в том, что в очень многих случаях геометрические требования, предъявляемые к сборке, настолько естественны и понятны сами собой, что пространное их выражение может даже уменьшать ясность изложения. Слова «правильно» и «неправильно» конечно, по существу, неопределенны, но, надо сказать, что для мастеров и рабочих, не привыкших много разговаривать при грохоте мастерских, в них включено понятие, практически в каждом частном случае, достаточно определенное.

Работы с мотылевым подшипником шатуна и выравнивание мотылевых шеек вала. Монтаж мотылевого подшипника шатуна разбивается на две главные части: 1) работа шабрения вкладышей и 2) работа исправления неточностей мотылевых шеек вала.

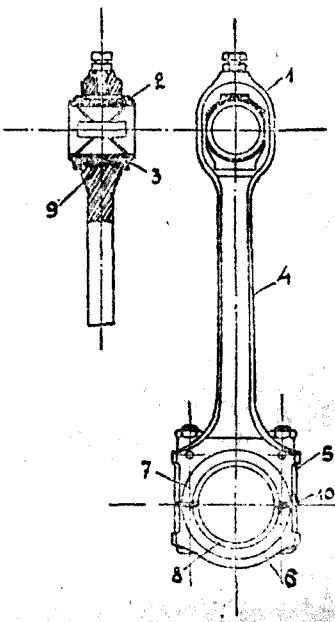
Начнем с первого.

При более или менее организованной работе удобнее всего воспользоваться вспомогательным прямым валом с диаметром, точно равным диаметру мотылевых шеек коленчатого вала, аналогично предыдущему.

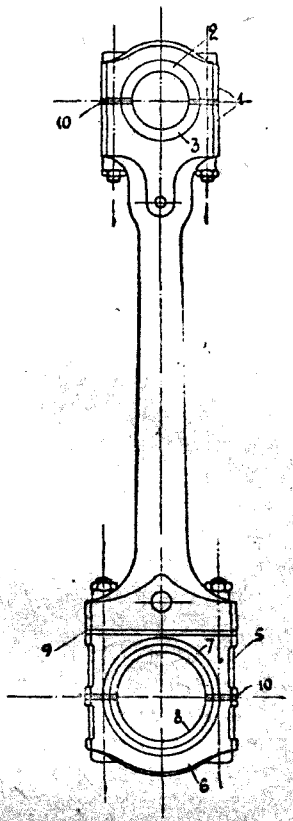
Этот вспомогательный вал привинчивается к фундаментным параллелям поблизости от собираемой машины. Для удобства укрепления пользуются специальными штативами, напоминающими станочки для нарезания газовых труб (фиг. 33). Применяя подкладки, достигают строгой горизонтальности вала по уровню. Весьма полезно установить также небольшой ручной кран, которым было бы возможно придерживать шатун. По этому вспомогательному валу можно пришабрить и выверить мотылевые подшипники шатунов, а после этого без труда выясняются (см. ниже) неточности шеек вала, которые подлежат исправлению.

Опишем теперь работу подробнее.

Прежде всего нужно вымыть керосином и почистить наждачным полотном мотылевые шейки вала. Вынув, если это облегчает работу, вкладыши мотылевого подшипника шатуна, пришабривают их предварительно по шейкам. Опять же, как и у вкладышей рамовых подшипников сильно спиливают и сшабривают торцевые скругления вкладышей и несколько снимают торцы, доводя торцевые зазоры в сумме обеих сторон приблизительно до 0,5 *мм*. Заметим, что если бы мы предварительное пришабривание производили на вспомогательном валу, то не могли бы определить, насколько нужно сшабрить торцы и скругления. Затем собираем шатун на вспомогательном валу, намазанном ровным слоем краски (фиг. 33). Подшипник шатуна стягиваем болтами до того, чтобы шатун мог вращаться только с весьма заметным затруднением и, будучи установлен в горизонтальное положение, мог бы падать под действием своей тяжести лишь с заметным самоторможением. Очевидно, что, если этого вовсе не удается достигнуть, то значит прокладки толсты. В последнем случае их нужно опилить и сшабрить на 0,3 *мм* по штангенциркулю.[1]



Фиг. 31.



Фиг. 32.

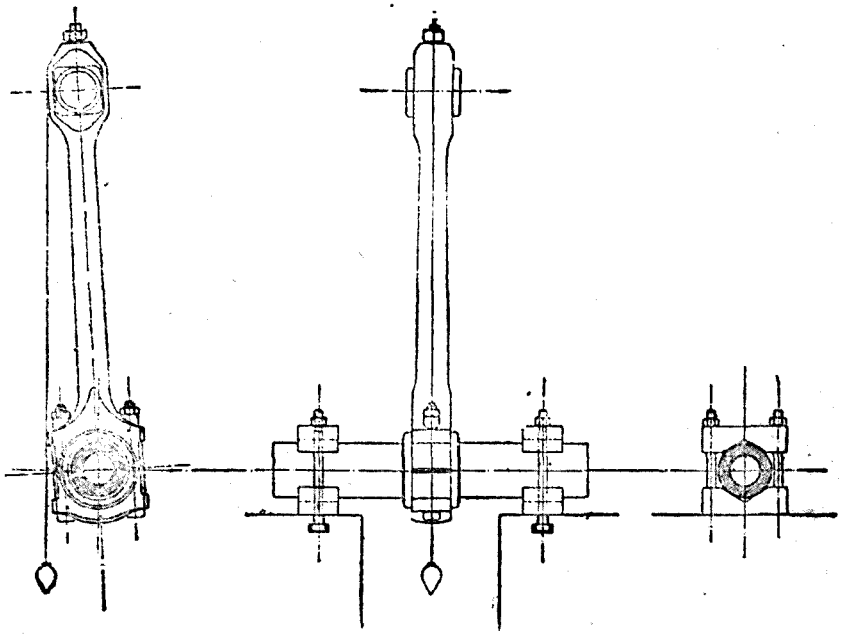
1 — головной подшипник шатуна.
2 — верхний вкладыш головного подшипника шатуна.
3 — нижний вкладыш головного подшипника шатуна.
4 — стержень шатуна.
5 — мотылевый подшипник шатуна.
6 — крышка мотылевого подшипника шатуна.
7 — верхний вкладыш мотылевого подшипника шатуна.
8 — нижний вкладыш мотылевого подшипника шатуна.
9 — прокладка, устанавливающая компрессию.
10 — прокладки мотылевого подшипника шатуна.

Вкладыши *2*, *3* нередко бывают бронзовые, но у очень больших машин также и стальные или бронзовые с заливкой баббитом.

Вкладыши *7*, *8* — стальные или бронзовые с заливкой баббитом.

[1] Существенная полезность прокладок в подшипниках шатунов заключается в том, что они допускают удобное и точное спиливание; действительно, спилив напр. точно на 0,3 *мм* по всей толщине, мы не изменим положения оси подшипника относительно стержня; это

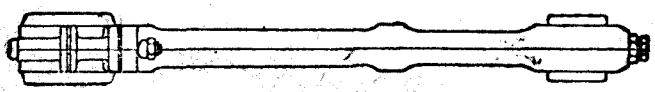
Если шатун тяжелый, то его придерживают краном, захватив головной подшипник стропом. Поворачивая стержень шатуна на известный угол вокруг вспомогательного вала, получают окраску на вкладыше мотылевого подшипника, руководствуясь которой производят требуемое шабрение. Это шабрение должно быть в то же время произведено так, чтобы обе оси подшипников шатуна — верхняя и нижняя — оказались в результате строго перпендикулярны доле-



Фиг. 33.

вой плоскости его. Чтобы соблюсти последнее требование, приходится производить ряд промеров по нижеописанному.

Заметим, что у шатуна бывает размечена долевая плоскость симметрии, перпендикулярная к осям его подшипников в виде резкой и очень точной риски с поставленными кое-где легкими пунктами (точками) керна (фиг. 34); этой риской и пользуются при сборке.



Фиг. 34.

Для точности производимых промеров очень важно, чтобы при постановке шатуна на вспомогательный вал не попало бы под вкладыши мусора, а с другой стороны, и сам вал не имел вредных ссадин.

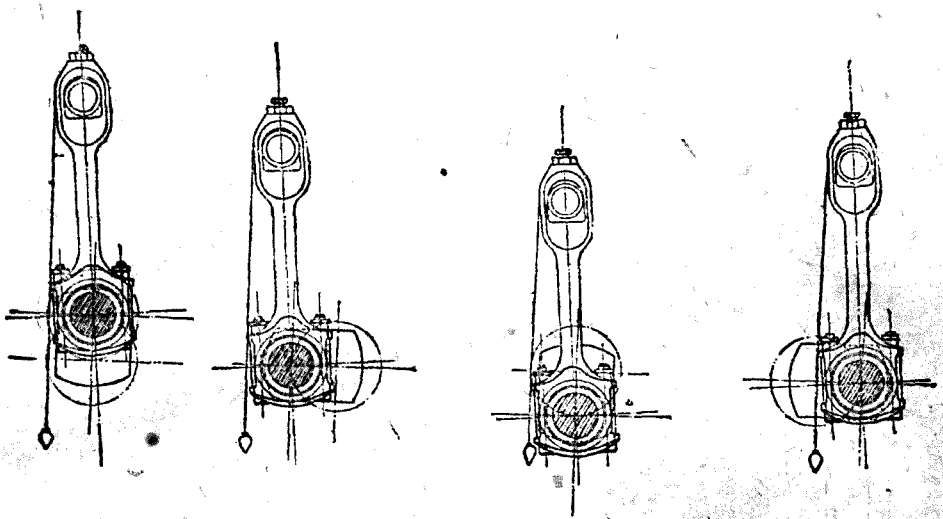
Дадим шатуну небольшой наклон на себя (на работающего) (фиг. 33) и через головной подшипник перекинем стальную проволочку не толще 0,2 *мм* диаметром с веском, имеющим вес от одного до четырех *кг*; проволочку прокладываем по самой риске, при чем установкой шатуна достигаем того, чтобы она

очень важно. Опиливание прокладок производится следующим образом: прежде всего их надо промерить штангенциркулем, чтобы знать, какая должна быть их конечная толщина. Потом, в слесарные тиски зажимают деревянный брусок и кладут прокладку на верхнюю площадку бруска; для укрепления по всему контуру подкладки забивают в брусок гвоздики и, закрепив таким образом, пилят (гвоздики должны быть заколочены настолько глубоко, чтобы они не мешали опиливанию). Производя работу таким образом, мы не можем погнуть прокладки. Плоскости подкладки выверяются по накрашенной образцовой плитке, а толщина, как сказано, — по штангенциркулю. Рабочие-виртуозы могут сработать, пользуясь только одной пилой, но большинство эту работу заканчивают шабром: пилой спиливают приблизительно лишь 0,25 *мм* толщины, а остальное берут шабром. В общем вся эта работа отнимает немного времени.

проходила очень близко от мотылевого подшипника, но не касалась бы его. Тогда, расположившись по возможности точно напротив шатуна и глядя при этом одним глазом, замечаем находится ли проволочка против риски у нижней головки шатуна или нет; первое доказывает требуемую вертикальность шатуна.

Если ось мотылевого подшипника не строго перпендикулярна к плоскости рисок, а именно шатун как бы скручен относительно оси своего стержня, то в указанный прием тем самым вносится нестрогость, от которой впрочем можно освободиться, если перекинуть отвес и на противоположную сторону шатуна и принять во внимание средний результат измерений. На практике с этим не считаются, ибо неточность шатуна в указанном отношении обычно ничтожно мала.

Далее, разобрав шатун и принимая во внимание результаты измерений, отмеченные каким-нибудь знаком мела, осторожно пришабривают вкладыши мотылевого подшипника. В общем вся работа не сложна. К концу ее, как всегда, спабривают «крепкие» места и бока вкладышей. Остается только произвести незначительную выправку вкладышей уже по мотылевым шейкам коленчатого вала, установить требуемый зазор и выправить торцы и скругления. [1] Точность



Фиг. 35.

вышеописанной обработки монтируемого шатуна доводят до той степени, насколько позволяют вышеприведенные способы промеров.

Опишем теперь работу пришабривания нижней головки шатуна непосредственно по мотылевым шейкам коленчатого вала, без пользования вспомогательным валом.

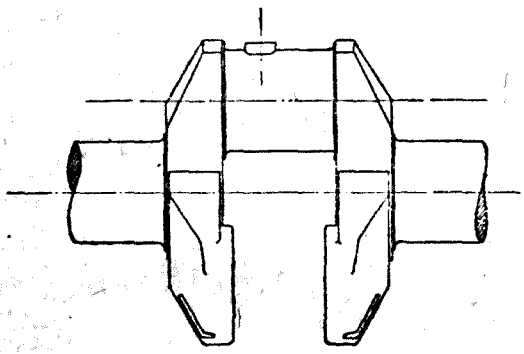
Положим, коленчатый вал монтирован на рамовые подшипники и поставлены крышки их. Сперва производим «предварительное» пришабривание вкладышей шатуна, опилив торцевые плоскости и скругления. Далее, собираем шатун на соответствующей по номеру мотылевой шейке. Для этого один рабочий становится по одну сторону вала и надвигает стержень шатуна, в то время как навстречу ему другой, расположившись с противоположной стороны вала, подает крышку подшипника. Принято ставить шатун так, чтобы выбитый на нем номер приходился с передней стороны машины. [2] Подняв его приблизительно вертикально, закрепляют настолько, как было выяснено выше. Конечно, при этом, необходимо все время придерживать его краном или силой рабочих, чтобы он не упал. Бывает полезно выстроить около машины деревянный помост, на который

[1] Торцы в данном случае должны окончательно иметь 0,3 — 0,5 *мм* зазора, считая в сумме обе стороны, а скругления не должны касаться шейки вала.

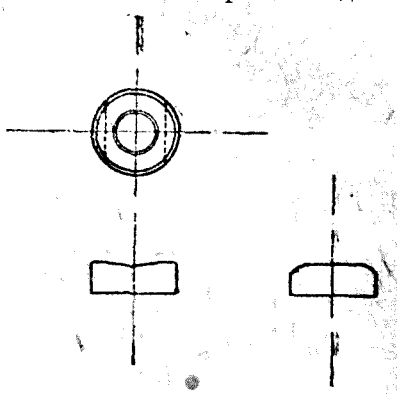
[2] Как известно, у двигателей Дизеля передней стороной считают ту, с которой расположены распределительные рычаги.

можно было бы класть шатуны; вообще шатуны и вал нужно всячески оберегать от ударов, и на случай катастрофического падения шатуна на фундаментную раму в соответствующих местах должны быть подложены деревянные дощечки. Для получения окраски вкладыша вращают вал, в то время как самый шатун поддерживают приблизительно вертикально. В четырех положениях кривошипа — приблизительно в самом верхнем, самом нижнем и двух промежуточных боковых—производят промеры отвесом, аналогично предыдущему (см. фиг. 35).

Если шейка коленчатого вала безупречна, то шатун при четырех измерениях, вообще говоря, даст одинаковую косину в одну сторону, которая и выправляется шабрением по предыдущему. Если же шейки не безупречны, т.-е. их оси не вполне параллельны главной оси вала, и может быть имеются другие неточности, то упомянутые четыре промера будут давать несколько сбивчивый результат, и придется приступить к выравниванию шеек вала. В хорошо поставленном производстве подобный случай не должен бы иметь место. [1] Работа по выравниванию мотылевых шеек вообще настолько серьезная, что иногда ее бывает совершенно невозможно поручать слесарям «средней руки» и приходится передавать кому-нибудь из наиболее опытных монтеров. Можно считать доказанным, что мотылевая шейка не верна, если поставленный шатун не показывает в принятых для



Фиг. 36.



Фиг. 37.

промеров четырех положениях вала одинакового наклона в одну сторону. По отклонениям шатуна можно сделать некоторые заключения о характере неточностей шейки, согласно которым нужно сделать отметки мелом (см. ниже). Конечно, существуют еще и более непосредственные способы обнаружения неточности шеек: например, установив вал на большом токарном станке или разметочном столе на центрах, можно воспользоваться уровнем, индикатором, рисмусом на штативе и т. п. комплектом точных инструментов; однако на общей сборке обычно не прибегают к подобным манипуляциям. Единственно, что еще иногда делают — это производят проверку по маленькому круглому уровню (см. фиг. 36 и фиг. 37), при чем вал остается на фундаментной раме. Указанный круглый уровень очень чувствителен; его пузырек одинаково легко отзывается на всевозможные наклоны к горизонтальной плоскости. Снизу уровень имеет вырез в виде входящего двугранного угла, и стало быть, он удобно, как седло, ложится на цилиндрическую поверхность шейки, имея две параллельные линии соприкосновения. Измерение в каждом данном месте шейки производится, как всегда, при двух противоположных положениях уровня. Коленчатый вал при этом приходится поворачивать, ибо иначе уровень не может промерить все места. Обнаружив при помощи измерений, произведенных по шатуну и по уровню, неточности шеек вала, принимаются

[1] Впрочем, чтобы не быть превратно понятым, считаю нужным оговориться, что речь идет в конце концов об очень небольших неточностях, которые допускаются даже и аттестованных валах. Таким образом, не следует думать, что нами описываются особо грубые условия производства, скорее наоборот, даваемые справки относятся к области особо новышейных требований, так называемой индивидуальной сборки первоклассных машин.

за опиливание их, производя таковое крайне осторожно, чтобы не испортить вала. Пилят деревянным бруском, обернутым крупноватой наждачной бумагой (для удобства бумагу можно наклеить на брусок столярным клеем). По достижении необходимого опиливания в деревянный хомут (см. фиг. 19), закладывают мелкую наждачную бумагу и, захватив этим приспособлением шейку, заравнивают мелкие неровности ее. Работа опиливания шейки попутно проверяется накладыванием вкладышей подшипника шатуна, при этом, в противоположность описанному, намазывают краской не шейку, а вкладыши подшипника и, собрав шатун и провернув его, получают знаки краски на шейке вала, по которым и продолжают опиливание. Ясно, что вкладыши для этого должны быть достаточно пришабрены при ранее произведенных работах. Затем, придется опять намазать краской вал, вытереть вкладыши и шабрить их по валу и т. д.; таким образом оказывается, что мы должны применить некоторое чередование работ шабрения вала и подшипника. В конечном счете вкладыши подшипников шатуна должны быть пришабрены столь же старательно, как и нижние вкладыши рамовых подшипников.

Мы упомянули выше, что характер необходимого опиливания шейки вполне возможно выяснить прямо по отклонениям шатуна, не пользуясь измерительными приборами. Скажем теперь об этом несколько подробнее. Прием по существу очень точен, но к сожалению немного сбивчив. Понятно, что делать какие-либо заключения о шейках по шатуну можно лишь тогда, когда вкладыши головки уже в достаточной мере пришабрены к шейкам. Если шейка вала кривая, то никаким шабрением вкладышей не удастся поставить шатун по отвесу во всех четырех избранных нами для производства промеров положениях кривошипа. Нельзя не указать, что если вкладыши были пришабрены по вспомогательному валу и, стало быть, они вполне верны, то это дает нам полную отчетливость в вопросе выяснения неточностей шейки, и, в сущности, в таком случае никакой сбивчивости в описываемом приеме нет. Если же вспомогательный вал не применялся и, следовательно, вкладыши головки еще не выверены, то прежде всего добиваются, чтобы при удовлетворительной окраске вкладышей шатун в своих четырех положениях давал приблизительно равносильные отклонения в ту и другую сторону относительно вертикального положения, определяемого по отвесу. Таким образом является возможным, имея пока неправильные вкладыши, правильно выровнять шейки (однако на практике всегда работу ведут совместно, одновременно выравнивая то и другое). Бывает, что шейка представляет хотя и цилиндрическую поверхность, но не кругового цилиндра, а овального, как говорят — шейка овальна. Этот недочет нельзя прощупать уровнем; но его легко узнают при поворачивании шатуна; прощупыванию помогает то обстоятельство, что у вкладышей сильно сшабрены боковые области. Выяснить овальность можно еще при помощи кронциркуля или лучше большого штангенциркуля.

Наконец, чтобы принести и полную ясность те неправильные положения, которые может занимать шатун, если он сам косит, и также неправильны шейки нала, мы позволим себе здесь дать схему положения шатупа, упрощенную кинематическим обращением механизма. [1]

Прежде всего заметим, что наши четыре положения кривошипа, — верхнее, нижнее и два промежуточных, боковых, которыми мы пользовались для промеров уровнем по шатуну, были выбраны вполне условно, представляя некоторые практические удобства. Вместо них могли бы быть взяты и другие на-крест лежащие четыре положения. Более того, в сущности, ведь во всех без исключения возможных положениях кривошипа шатун должен стать правильно, т.е. продольная ось симметрии шатуна всегда должна быть перпендикулярна к оси коленчатого вала.

Сделаем теперь мысленно следующее обращение механизма, которое не нарушит кинематических соотношений, т.-е. все части относительно друг друга будут двигаться попрежнему: вместо того, чтобы вращать вал и поддерживать шатун вертикальным, пал закрепим

---

[1] **Обращение механизмов изучается в курсах прикладной механики. Оно состоит в том, что в данной машине некоторые неподвижные части делают подвижными и, наоборот, некоторые части, ранее бывшие подвижными, закрепляют. Таким образом получается новая машина, которая при соблюдении соответствующих условий имеет то же относительное движение частей, что и прежняя.**

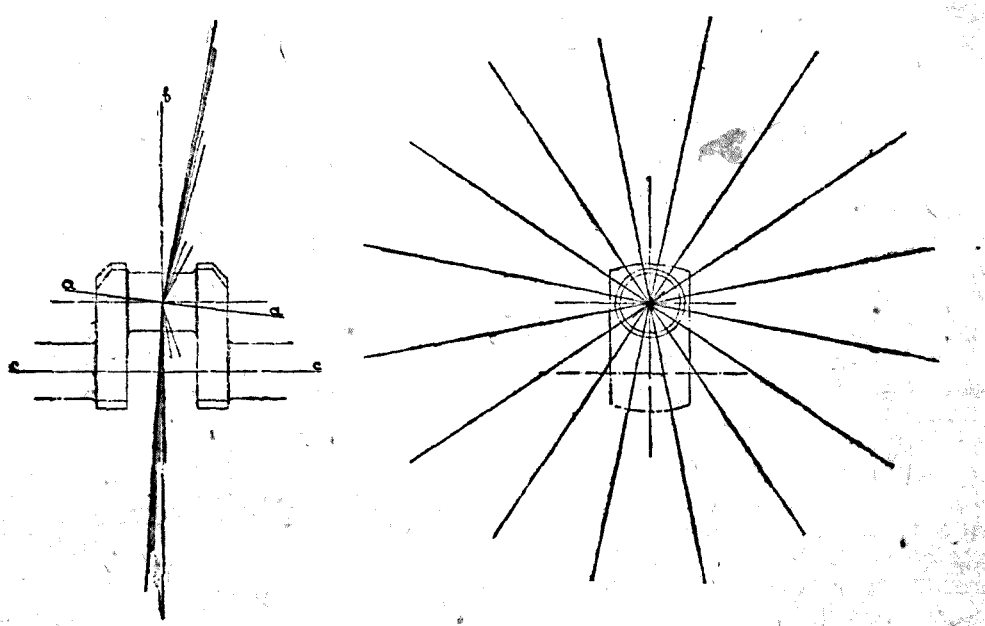
и станем вокруг его шейки вращать шатун. Ясно, что шатун с неправильно пришабренной головкой опишет своею осью симметрии поверхность конуса (очень отлогого, угол при вершине которого близок 180°), а если при этом и шейка вала косит, то теоретически это скажется лишь в том, что ось нашего конуса *a-a* будет не параллельна оси коленчатого вала, (см. фиг. 38). Далее, можно вообразить плоскость *b-b* строго перпендикулярную оси вала *c-c*, проходящую через вершину нашего конуса. Прямые линии пересечения конической поверхности (односторонней) с этой плоскостью дадут нам все единственно возможные положения шатуна, при которых ось его симметрии располагается правильно (перпендикулярно) относительно вала, несмотря на то, что и головка шатуна и шейка вала неправильны. Сколько может быть таких линий (и соответственно положений)?

1) ни одной: линии конуса и плоскость не пересекаются;

2) одна: конус и плоскость касаются (предельный случай);

3) две: конус и плоскость пересекаются;

4) бесчисленное множество: конус имеет при вершине угол 180° — и его ось параллельна оси вала (тоже предельный случай, соответствующий правильной шейке и вкладышу).



Фиг. 38.

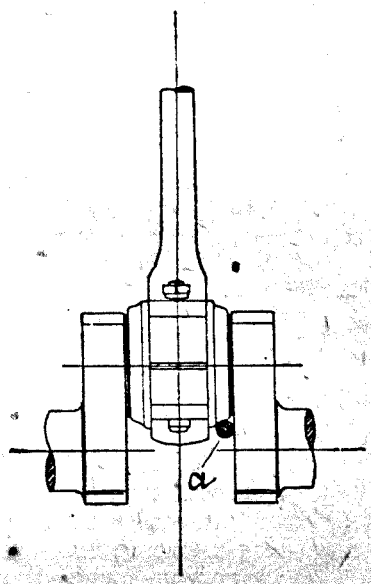
Существует, правда, и еще один предельный случай, а именно: допустим, что вершинный угол конуса равен 180° (т.-е. вместо конуса имеем плоскость) и ось его не параллельна оси вала, тогда получим одну линию пересечения, но легко понять, что эта одна линия по сути нашего построения является выпрямившейся ломаной линией и, следовательно, этот предельный случай мы относим к третьему из перечисленных. Таким образом, если подшипник шатуна пришабрен правильно, то при косой шейке теоретически непременно имеются два диаметрально противоположные положения кривошипа, в которых шатун стоит правильно. Справедливо, конечно, и обратное: если мы нашли два положения кривошипа, в которых шатун стоит правильно, и при том эти два положения кривошипа диаметрально противоположны, то можем констатировать, что подшипник шатуна пришабрен правильно; и далее, легко сообразить, что опять же правильно обработанный шатун, поставленный на косую шейку, всегда удовлетворит той законности, что в двух диаметрально противоположных положениях кривошипа отклонения шатуна от правильного положения будут равны по величине и противоположны по направлению; это и есть тот средний результат, о котором мы упомянули выше.

К сожалению, однако, как и во многих случаях, теория остается теорией, а практика — практикой. Например, на практике бывает, что в трех положениях кривошипа шатун стоит правильно, а в четвертом — совсем неправильно (не вертикально), что теоретически невозможно. В том-то и заключается указанная сбивчивость монтажа шатуна приведенным способом при неправильных шейках. Причина подобных аномалий заключается в том, что плохая шейка вала не только может быть косо расположена, но и не представлять строгого цилиндра; она в сущности, может быть геометрически неправильным и сложным телом. Точно также подобные странные казусы, несогласные как будто с очевидной теорией, могут легко возникнуть, если под шатун и на шейку попадет мусор, или не устранены ссадины материала.

Установка надлежащего зазора между вкладышем подшипника шатуна и шейки вала вполне аналогична установке зазора в рамовых подшипниках.

При желании можно использовать любой из приведенных выше приемов, но проще и рациональнее всего воспользоваться опять же вторым. Нарезав по форме имеющихся медных подкладок бумагу (0,15 *мм*) или фольгу, помещают ее под подкладки в таком количестве, чтобы очень сильно затянутый «от свинцовой кувалды» шатун вращался на шейке лишь с очень слабым торможением.

После этого делают последнюю проверку «на качку». Шатун ставят вертикально и, как показано на фиг. 39, сперва с одного, а потом и с другого края мотылевого подшипника подводят большой лом *a*, упирая его в какую-либо подпорку для образования некоторого рычага; затем, один или двое рабочих дают этому рычагу в обоих его положениях толчки, нажимая своим весом; в то же время другой рабочий щупает рукой мотылевый подшипник шатуна и узнает, насколько он вздрагивает от толчков лома. Требуется, чтобы во-первых, шатун давал одинаковые подергивания с обеих сторон, во-вторых, чтобы таковые были вполне заметны. Предпочитают иметь шатун собранным несколько посвободнее. В дальнейшей же службе машины, когда она уже поработала, будет выгодным закреплять шатун более плотно. Точнее приводимые практические соображения можно выявить следующим образом: сперва нужно подложить такое количество бумаг под прокладки, чтобы указанные подергивания едва поддавались ощущению; после этого достаточно проложить один слой бумаги в 0,15 *мм* для образования соответствующего зазора. Заметим, что для мелких двигателей зазор в 0,15 несколько многоват и должен быть доведен приблизительно до 0,1 — 0,07 *мм*.[1]



Фиг. 39.

Укажем, наконец, что можно «качать» шатун и непосредственно, не прибегая к лому, но это менее удобно, а следовательно, и приводит к худшим результатам.

Поверочное измерение зазора удобно произвести путем применения метода расплющивания свинцовых проволочек в 1 — 2 *мм* диаметром, подкладывая их в различные места рабочей поверхности вкладышей и стягивая болтами подшипник на цапфе вала. Возможно также непосредственное определение зазора калибромером.

Работы с головным подшипником шатуна. Поршни. Необходимые работы с головным подшипником шатуна производятся значительно позже описанных работ с мотылевым. Эти работы производятся совместно с монтажем поршней, их пальцев, крейцкопфов и штоков и требуют применения разметочного стола с небольшим ручным крапом над ним.[2] Прежде всего мы опишем случай тронковой конструкции.

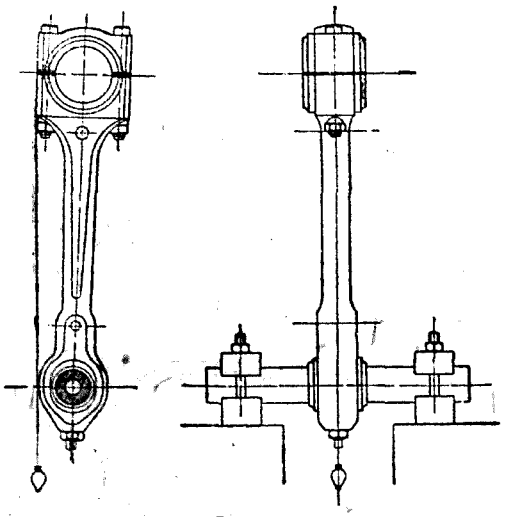
Поршень доставляется на сборку в готовом виде из механической мастерской. Тело его исполняется с диаметром на 0,3 — 0,5 *мм* меньше диаметра цилиндра и кроме того, со стороны лобовой части, где помещены почти все кольца, он убав-

[1] В книге Фёппль, Штромбек, Эберман (Быстроходные дизеля 1928) для этого случая указывается, что при диаметре цапф около 200 *мм* и при заливке подшипников баббитом, зазор обычно принимают в 0,1 — 0,2 *мм* как для двухтактного, так и для четырехтактного двигателя; эта норма, можно сказать, вполне согласуется с нашими данными.

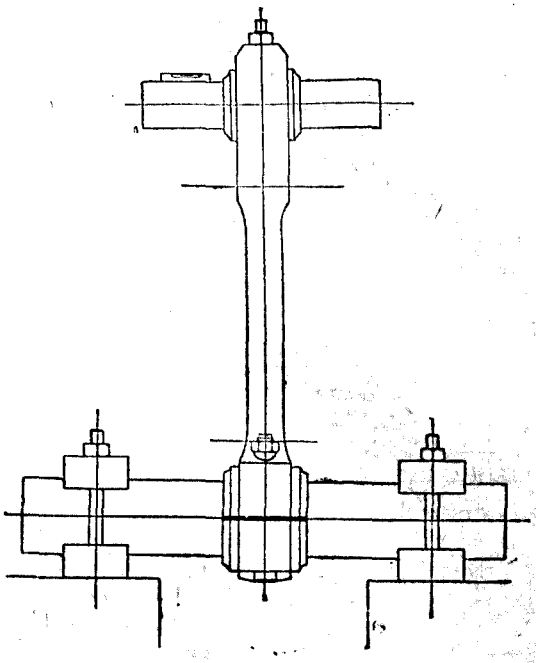
[2] Конечно, разметочный стол полезен и нужен также для многих других работ сборки. Он представляет собой тяжелую чугунную плиту, установленную на солидном фундаменте, имеющую строго горизонтальную верхнюю плоскость, которая тщательно прошабрена. В оборудование его входят рисмусы, угольники, центра и пр.

лен еще в диаметре приблизительно на 1 — 1,5 *мм* (а в конструкциях некоторых фирм даже на величину еще большую) во избежание заедания вследствие нагревания. Разметочных же рисок рабочая поверхность поршня не имеет.

По существу дела необходимо добиться того, чтобы ось головного подшипника шатуна была параллельна оси мотылевого и именно в этом заключается основное задание работы. К самому пришабриванию головного подшипника предъявляются столь же строгие требования, как и для случая мотылевого.



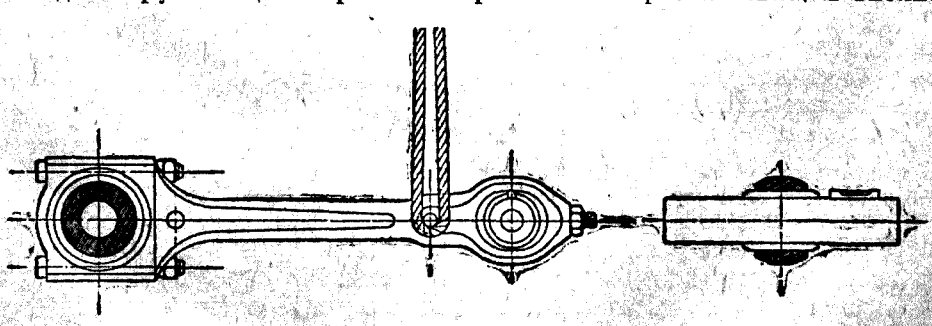
Фиг. 40.



Фиг. 41.

Существует несколько способов монтирования головного подшипника шатуна. Описание их мы начнем с одного простого приема, удобного при установившемся производстве, когда собирают подряд много однотипных машин.

Аналогично описанному выше изготовим вспомогательный вал, точно равный по диаметру пальцам поршня. Закрепим его горизонтально и вполне по



Фиг. 42.

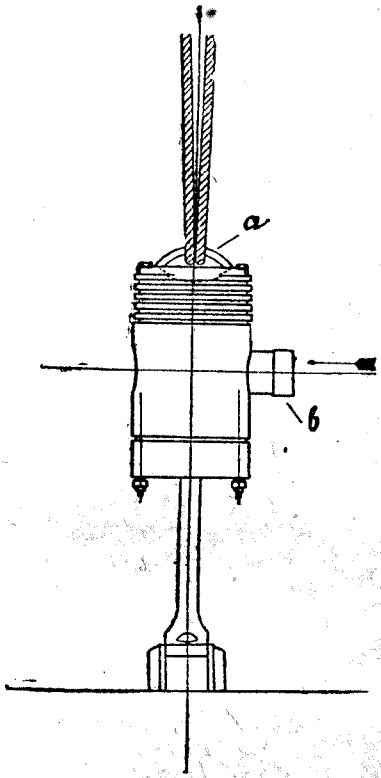
предыдущему пришабрим к нему головной подшипник шатуна, производя промеры отвесом по рискам, согласно фиг. 40. Работу промера можно ускорить, применив вместо отвешивания следующий удобный прием: в оставшийся свободным подшипник шатуна вставляют тоже вспомогательный вал и производят по нему необходимые промеры пузырьковым уровнем. Это устройство с поставленным вниз мотылевым подшипником показано на фиг. 41; оно позволяет еще произвести и другой интересный промер, видный на фиг. 42: придерживая краном, опускаем шатун до приблизительно горизонтального положения и по вставлен-

ному второму вспомогательному валу, (на чертеже — вал головного подшипника) произведем промеры уровнем. Таким образом, шатун будет проверен вполне.

Теперь опишем более подробно наиболее распространенные способы производства работ с головным подшипником шатуна; сперва нестрогий, потом — строгий, при чем последний применяют только в недоброкачественных случаях, в сущности, как исключение. Точно так же упомянем и о проверке пальцев поршней.

Прежде всего нужно произвести «предварительное» пришабривание вкладышей головного подшипника шатуна по соответствующим, пронумерованным пальцам поршня.

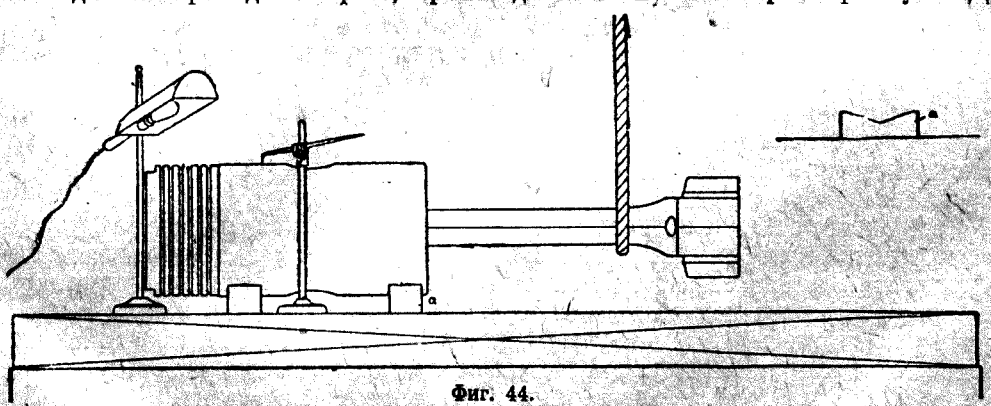
При помощи рыма *а* (скобки) (см. фиг. 43), поднимают краном поршень п, надев его на подставленный стоймя шатун, свинцовой кувалдой забивают намазанный краской палец, при чем желательно, чтобы палец вошел во вкладыш плотно, а торцы его должны быть уже опилены (см. ниже) во избежание неправильного («крепкого») лежания. Далее закрепляют стопорные винты пальца, и собранные таким образом поршень и шатун переносят на разметочный стол, всячески оберегая шатун от возможных ударов о край поршня, ибо вследствие этого легко получаются довольно глубокие ссадины.



Фиг. 43.

На разметочном столе укладывают систему горизонтально, пользуясь общеизвестными угловыми подкладками *а* (см. фиг. 44); шатун при этом в большинстве случаев приходится придерживать ручным крапом, чтобы он не упал на стол.

Подкладывая кусочки бумаги или жести, достигают строго горизонтального положения поршня при вертикальном положении цапфы, при чем проверка, как видно из приводимой фиг., производится загнутым острием рисмуса. Для

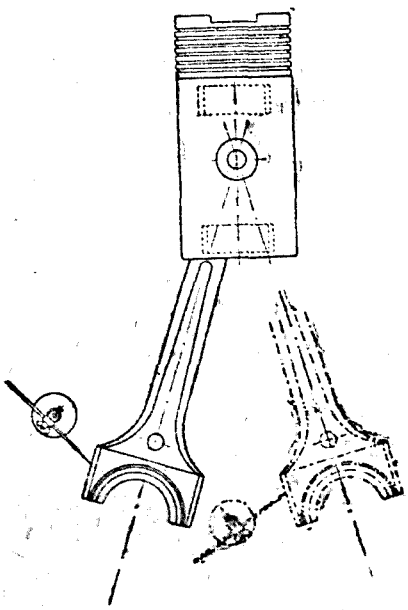


Фиг. 44.

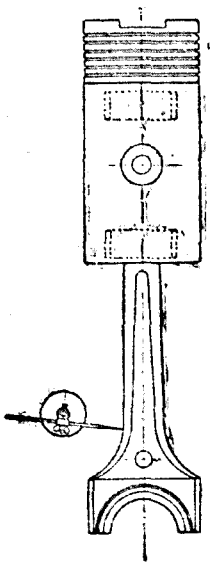
повышения точности рабочий смотрит на острие рисмуса против света поставленной на разметочный стол лампы. [1] Мы видим, что таким образом горизонтальность поршня устанавливается по образующей цилиндрической его поверхности, а в сущ-

[1] Предлагается при этой операции не забывать, что у головки поршня (лобовая сторона) диаметр его значительно уменьшен по размеру, — зазор между цилиндром 0,5 — 1,0 мм, ибо и этой части поршня во время работы двигателя происходит значительное нагревание, а следовательно и расширение. В сущности, к внутренней поверхности цилиндра здесь должны прилегать только кольца.

пости требовалось бы установить по оси. Поэтому для большей надежности не мешает проверить диаметр поршня в различных местах при помощи кронциркуля или большого штангенциркуля. В случае, если обнаружена некоторая разница размеров, то для установки поршня по указанному примеру рисмусов нужно принять во внимание необходимые поправки или, что лучше, просмотреть рисмусом и нижнюю образующую и установить поршень так, чтобы указания рисмуса сверху и снизу были равноценны. При нестрогом способе монтажа головного подшипника шатуна мы принимаем без проверки, что, во-первых, ось пальца поршня с достаточной точностью перпендикулярна к оси поршня, во-вторых, что оси головного и мотылевого подшипников шатуна также с достаточной точностью геометрически лежат в некоторой одной общей плоскости, т.-е. удовлетворяют проверке, которая может быть произведена по фиг. 42. Установим теперь ось пальца перпендикулярно к плоскости разметочного стола. Для этого нужно подвести прямое острие рисмуса к рискам шатуна и, замечая им некоторую точку риски, нанесенной на конце шатуна, достигнуть того, что в двух самых крайних положениях его риска оказалась на одной высоте (см. вид в плане фиг. 45); при этом для небольших перемещений поршня и шатуна прибегают к легким ударам небольшой свинцовой кувалды, подтягивая шатун слегка краном. Таким образом ось цапфы поршня будет установлена вертикально. После этого поставим шатун в среднее положение, как показано на фиг. 46, и произведем следующие два опыта:



Фиг. 45.



Фиг. 46.

1) отпустив канат крана настолько, чтобы он лишь едва поддерживал шатун, просмотрим по рисмусу одну риску на всем доступном протяжении стержня и мотылевого подшипника. При этом должно получаться некоторое отвешивание шатуна вниз;

2) подтянем шатун краном, стараясь никуда не сдвинуть поршня, до положения, при котором больше поднимать шатун нельзя без того, чтобы вместе с ним не поднялся поршень. Просмотрим теперь опять туже риску шатуна по рисмусу. На этот раз должен получиться некоторый подъем шатуна по направлению от поршня к мотылевому подшипнику. Нужно добиться повторным шабрением вкладышей головного подшипника того, чтобы приведенные два измерения давали равные и противоположные уклонения от горизонтального положения. Этим исчерпывается нестрогий прием пришабривания верхней головки шатуна.

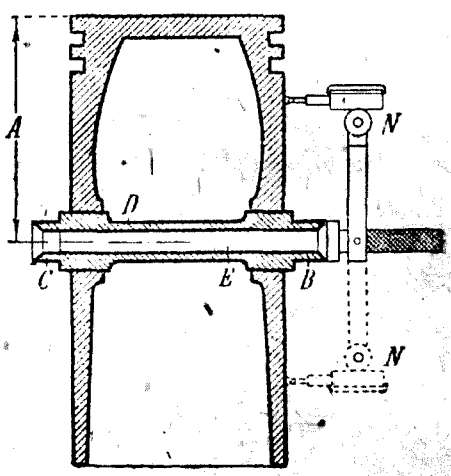
Строгий же способ работы состоит в следующем: собранные вместе поршень и шатун укладывают описанным образом на разметочном столе, при чем на этот раз требуется, чтобы палец поршня оказался строго вертикальным. Это достигается некоторым шабрением гнезд цапфы, [1] причем проверку рисмусом произ-

[1] Следует заметить, что конструкция поршня не позволяет много шабрить эти гнезда, ибо поверхности *в* по фиг. 43 ныне делаются всегда цилиндрическими. Существовавшая же раньше конструкция поршня с коническими поверхностями *в*, разумеется, могла допускать

водим по определенной точке риски при трех положениях шатуна, указанных на фиг. 45 и 46; во всех этих трех положениях она должна оказаться на одной и той же высоте.

После этого отпустив крапом, насколько только можно, шатун, находящийся приблизительно в своем среднем положении, просмотрим рисмусом риски с обоих сторон его, принимая во внимание арифметически средний результат, который как раз выражает положение оси симметрии шатуна. Затем, повернув поршень вокруг его оси на 180° и установив опять вертикально палец, производят промер рисмусом опять же при отпущенном кране. В конечном результате нужно добиться того, чтобы некоторый наклон оси шатуна к горизонту, который получается при отпущенном крапе вследствие отвешивания, в наших двух промерах получился бы одинаковым по величине, самая же высота установленного рисмуса может быть и не одинакова, различаясь в пределах 1 — 3 *мм*.

Приведенными средствами нам удается получить, что оси мотылевого и головного подшипников шатуна геометрически могут быть уложены в две плоскости, параллельные между собой и перпендикулярные к оси шатуна (о провесе мы не говорим). Спрашивается: укладываются ли при этом оси подшипников в одну плоскость? Параллельны ли они? Нет ли, фигурально выражаясь, некоторой скрученности стержня шатуна? Надо сказать, что последняя неточность вполне возможна, но практически с ней очень редко встречаются. Выверить шатун в интересующем нас отношении возможно, а именно: во-первых, на хорошем фрезерном станке, во-вторых, на разметочном столе угольником или отвесом, при чем опять же удобно воспользоваться вспомогательными валиками и т. д.



Фиг. 47.

В строгом способе мы имеем средство выявления необходимой перпендикулярности оси пальца к оси поршня, однако все же будет еще лучше эту проверку произвести непосредственно. На фиг. 47 приводим рисунок приспособления для проверки центровой линии отверстия поршневого пальца. В это отверстие вставляется специальная втулка *D* с центральным точно выработанным клапаном, в который в свою очередь вставляется палец *E* угольникового индикатора *N*. Разница в показаниях индикатора в положениях начерченных сплошными линиями и пунктирными указывает на соответствующую неправильность оси рассверленного в поршне отверстия для пальца. Разумеется, возможная коничность тела поршня при этом должна быть учтена. Попутно в описанном приспособлении шейки *C* и *B* втулки помогают точно промерить расстояние *A*, что также имеет значение в сборке дизелей.

Описав нестрогий и строгий приемы монтажа, укажем, что можно применить еще и, так сказать, промежуточные комбинированные, повысив тем самым точность нестрогого способа.

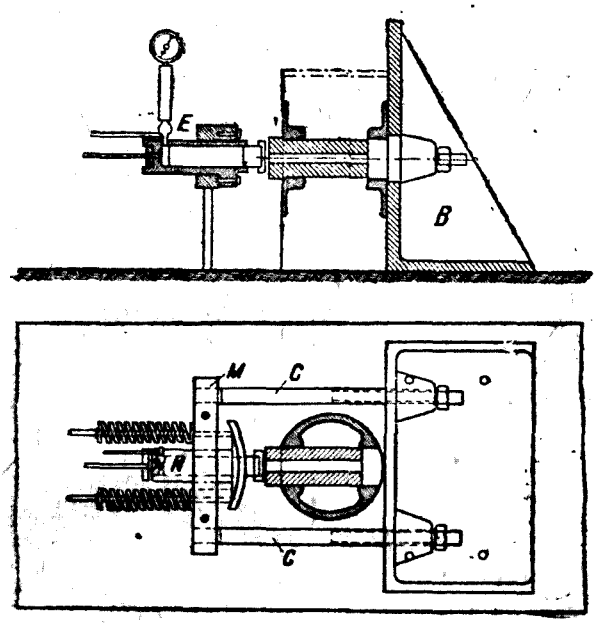
Неприятной стороной работ с головным подшипником шатуна является то обстоятельство, что для каждого шабрения непременно приходится разбирать

более значительное пришабривание, но ныне она уже оставлена, как более дорогая и могущая при тепловом расширении пальца давать нежелательные слабины в одном из гнезд. Что касается самого пальца, то его шабрить не приходится, ибо он изготовляется цементованным и закаленным на слой 1 — 2 *мм* и имеет с поверхности твердость по Бринеллю около 500. В сущности поршневой палец должен обладать такой твердостью, чтобы при легком заедании в своем подшипнике он оставался неповрежденным (не получал царапин).

шатун и поршень, а иногда и вынимать палец, опять же при помощи выбивания кувалдой, а потом, собрав их снова, устанавливать на разметочном столе.

Что касается установки необходимого зазора между поршневым пальцем и внутренней поверхностью вкладышей головного подшипника шатуна, то при диаметре около 150 *мм* и заливке вкладышей баббитом требуется установить зазор в 0,05 — 0,12 *мм* для четырехтактных двигателей и около 0,2 для двухтактных, принимая во внимание, что у последних подшипники имеют большую наклонность к нагреванию. Для бронзовых вкладышей при диаметре их около 50 *мм* указанный зазор должен быть не меньше 0,15 *мм*.

Измерение величины всех этих зазоров можно произвести как калибромером, так и при помощи свинцовой проволочки 1 — 2 *мм* толщины, подкладываемой в нескольких местах рабочей поверхности вкладышей и расплющиваемой при их стягивании.



Фиг. 48.

Нужное опиливание плоскостей взаимного лежания вкладышей головного подшипника производится на одном из них, на величину 0,2 — 0,3 *мм*; при этом плоскость проверяется и пришабривается по краске на образцовой плитке.[1] Конструкция головного подшипника по типу «беззажимного болта», описанная ниже, требует, чтобы по мере опиливания плоскостей лежания вкладышей, подкладывали под одни из них листы бумаги или тонкой жести; к концу работы все эти накопившиеся прокладки заменяются одной, удовлетворяющей необходимой компрессии в цилиндре. Подшипники, имеющие зажимной винт для вкладышей, оказываются на сборке удобнее и потому они более распространены.

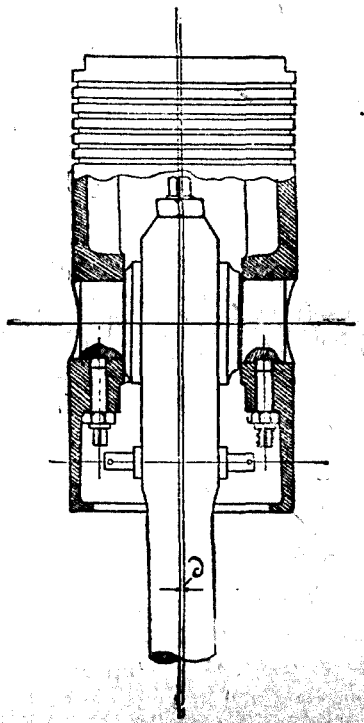
В заключение укажем, что Коломенский машиностроительный завод в Голутвине ныне рационализировал операцию забивания и выбивания пальца поршня, применив вместо описанной выше работы кувалдой — гидравлическое запрессовывание пальца. На фиг. 48 показано соответствующее приспособление.

Приспособление состоит из плиты, на которой установлен угольник, связанный двумя анкерными болтами *C* со стойкой посредством поперечины *M*. На стойке укреплен гидравлический цилиндр *E*, наконечник поршня которого производит требуемую запрессовку пальца при поставленном, как показано на рисунке, поршне на плите в притык к угольнику *B*. Отмечаем, что запрессовка является лишь конечной фазой операции, ибо вначале палец входит сравнительно свободно. Масло в цилиндр в конструкции накачивается ручным насосом. Из опыта выяснено, что, например, при диаметре пальца равном 85 *мм* получается необходимое для запрессовки пальца манометрическое рабочее давление в приспособлении от 80 до 100 атм.

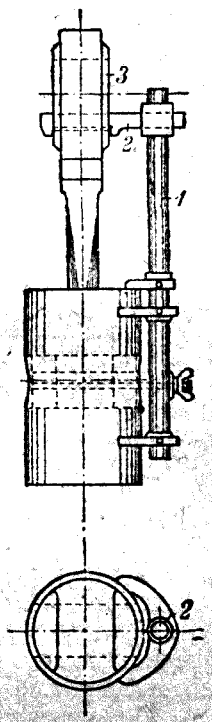
Извлечение пальца при помощи приспособления производится таким же способом, только для этого нужно повернуть поршень к прессу противоположной стороной.

[1] Прокладки между вкладышами верхней головки применяются сравнительно редко.

Опиливание торцов вкладышей головного подшипника шатуна. Прежде всего требуется выяснить, насколько нужно опилить торцы вкладышей головного подшипника. Опишем здесь, прежде всего, как произвести соответствующие предварительные промеры. Начнем работу с того, что располагаем шатун на разметочном столе по рисмусу так, чтобы плоскость рисок была горизонтальна; затем острие рисмуса доводим до плоскостей торцов вкладыша. Отмечая соответствующие высоты на шкале специального угольника, поставленного на стол, по разности отсчетов находим величину расстояний между указанными плоскостями. Кроме этого, в период производства означенной работы бывает известно положение оси цилиндра относительно мотылевой шейки коленчатого вала (см. ниже). На основании этих данных нетрудно вычислить необходимое опиливание торца. По мере опиливания, которое производят по плитке, намазанной краской, производят промеры длины вкладышей большим штангенциркулем, или, в худшем случае, кронциркулем. Особой точности в данном случае, впрочем, не требуется и никакой пригонки торцов вкладыша к плоскостям втулок поршня не производят. Нет основания также непременно стремиться пригнать шатун в среднее положение относительно поршня, ибо можно допустить 1—2 *мм* отклонения от среднего положения в целях ускорения работы (фиг. 49, размер *д*). Подобное допущение особенно выгодно для упрощения сборки длинных машин судового типа.



Фиг. 49.



Фиг. 50.

Коломенским машиностроительным заводом ныне рационализирован способ промера сноса оси симметрии нижней головки шатуна от вертикальной оси поршня. На фиг. 50 приводится приспособление, выработанное на указанном заводе. Прибор представляет приставную трубчатую стойку *1*, притягиваемую к поршню одним болтом и имеющую в верхней части поперечно расположенный на ползунке шаблон *2*, который охватывает внутри по длине головку шатуна *3*. При пользовании прибором (для чего достаточно одного человека), нужно его ставить последовательно с двух противоположных сторон поршня и определять разницу в положении шаблона *2* на его ползуне в этих двух положениях, нанося на шаблоне соответствующие риски.

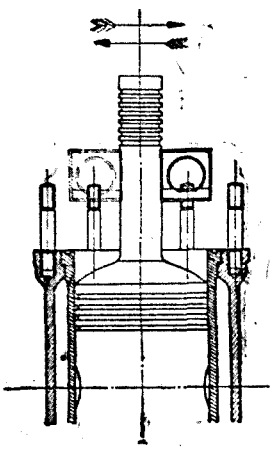
При надобности для удобства работы на шаблоне может быть нанесена соответствующая шкала и применен нониус.

В отношении размера необходимых торцевых зазоров вкладышей, вообще говоря, наблюдается некоторое разнообразие во взглядах: одни полагают, что их нужно распределить приблизительно равномерно на различные пальцы данного механизма, другие, наоборот, стараются весь необходимый суммарный (общий) зазор получить по возможности на одном из пальцев, наконец, третьи стремятся обойтись почти совсем без торцевых зазоров. Последнее напрасно удорожает оборку и во всяком случае рисковано, потому что, вследствие тепловых расши-

рений, возможны некоторые сдвиги, особенно если цилиндры расположены группой (блок). Таким образом мы должны признать, что зазоры нужны и при том довольно большие.

Мы примем следующие нормы для торцевых зазоров: для мотылевого подшипника минимальные, именно 0,3—0,5 *мм* в сумме на обе стороны вкладыша, а для головного не менее 0,5 — 1 *мм* с любой из сторон вкладыша. [1]

Упрощенные способы монтажа головного подшипника шатуна. О поршнях и шатунах вообще. Существуют приемы монтажа головного подшипника шатуна, которые не требуют разметочного стола и существенно отличаются от описанных выше своей примитивностью и непосредственностью; они носят вполне качественный характер. В некоторых случаях ими хорошо и быстро решается задача; их целесообразно применять при монтаже шатунов ступенчатых компрессоров и для разных мелких поршней, для которых обычно требуется относительно меньшая точность сборки.



Фиг. 51.

Как и в предыдущем, в описываемый период сборки дизеля работа с мотылевым подшипником шатуна должна быть закончена, и вкладыши головного подшипника пришабрены к пальцу поршня до степени удобособираемости. Тогда поршень и шатун собирают вместе и вдвигают в цилиндр. Затем, собирают и мотылевый подшипник шатуна, охватив им более или менее туго мотылевую шейку вала. Устанавливая мотыли последовательно в четырех накрест расположенных положениях, как то было описано выше, производят следующее:

1) прощупывают «качку» поршня, 2) смотрят по» видимости», в какую сторону поршень более прижимается к цилиндру, 3) смотрят зазор «по лампе».

Здесь мы имеем три независимых способа проверки, которые все полезно использовать, хотя, в сущности, достаточно и каждого из них.

Для проверки «качкой» желательна такая конструкция поршня, при которой значительная часть его высовывается из цилиндра, что бывает у ступенчатых поршней (см. фиг. 51).

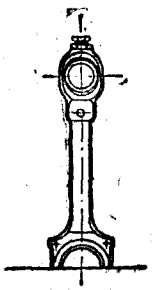
Прикладываем квадратный уровень к высовывающейся цилиндрической части поршня сперва с одной, а потом с другой из сторон ее, соответствующих торцам пальцев и вкладышей, т.-е. вдоль коленчатого вала машины (см. также пунктир на фиг. 51), и производим соответствующие промеры их. Разумеется, применяемый квадратный уровень должен иметь кромку соответствующего типа для удобного прижимания к цилиндрической поверхности. Затем, руководствуясь показаниями его, силой установим поршень вертикально. Тогда кто-нибудь другой из рабочих дает толчки поршню сперва по направлению одной из стрелок (фиг. 51), а потом, выверив опять поршень уровнем, и по направлению противоположной стрелки. В то же время рабочий, производящий промеры по уровню, положив руку на тело поршня, старается заметить наощупь, одинакова ли «качка» в указанных двух противоположных направлениях или различна. Таким образом правильность или неправильность состояний поршня и шатуна может быть выяснена. Шабрением вкладышей нужно добиться необходимой правильности.

Второй прием, «по видимости» еще более элементарен. Путем простого осмотра выясняют, к какой стороне цилиндра поршень прижимается более и к какой менее; во избежание случайных ошибок следует при этом несколько растолкать из стороны в сторону поршень, выяснив таким образом его устой-

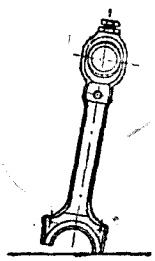
[1] Фёппль, Штромбек, Эберман в своей книге (Быстроходные дизеля, 1928) указывают, что величина бокового зазора (игры) для подшипника коленчатого вала может доходить до 5 *мм*, а для подшипника поршневого вальца так же, как и по нашим данным,— до 1 *мм*.

чное положение, которое и должно в конце концов быть получено в виде среднего. Здесь мы встречаемся с величинами зазоров порядка 0,2 — 0,3 *мм* и более.[1] Подобные величины вполне видимы, в особенности если мы с ними встречаемся на протяжении некоторой щели, как в данном случае. Действительно, различить, к какой стороне цилиндра прижался поршень, вовсе нетрудно.

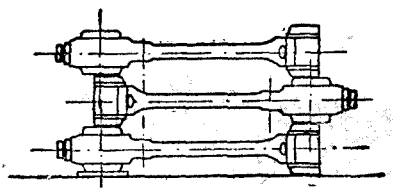
Третий способ тоже носит несколько неожиданный характер. Оказывается, что сквозь зазор между поршнем и цилиндром, несмотря на большую длину поршней дизеля, можно видеть свет (разумеется уплотняющие кольца не должны быть поставлены и не должно быть смазки). На этом основан третий прием монтажа «по лампе». Ставят лампу снизу как раз против края поршня, а сверху смотрят на зазор немного передвигаясь при этом, чтобы глаз мог уловить нужное направление. При зазоре около 0,2 *мм* еще легко уловить свет. Производя те или иные нажимания на поршень можно определить, в каком направлении имеет место косина системы.



Фиг. 52.



Фиг. 53.



Фиг. 54.

Заметим, что указанные операции, в сущности, достаточно произвести при одном каком-нибудь (напр. верхнем) положении мотыля, ибо исследование при других положениях кривошипа обычно не ведет к новым результатам; однако, на всякий случай лучше все же использовать все четыре указанных выше положения кривошипа.

Напомним еще раз, что при всех трех описанных методах нас интересует выяснение уклонов поршня в плоскости оси пальца, т.-е. вдоль коленчатого вала машины. Однако применяя их и для других направлений, мы можем заодно до некоторой степени проверить собственно поршень и цилиндр.

На сколько и где придется шлифовать и шабрить вкладыш верхней головки шатуна, — это надо прочувствовать, сообразить и угадать. Что касается опиливания торцов вкладыша, то при данных способах вопрос можно решить также непосредственно: именно, — нужно прощупать торцы щупом и по этим данным приступить к опиливанию.

Несомненно, что описанные приемы требуют, чтобы ни на цилиндрах, ни на поршнях и шатунах никакого масла не было.

В заключение этой главы скажем несколько слов о том, как приходится обращаться с шатунами при их монтаже. Нормальным будем считать подачу шатунов краном или на тележке, однако оказывается, что кроме того их нетрудно передвигать и волочением, если только чрезмерная величина и вес не исключают всякую таковую возможность. Сняв крышку мотылевого подшипника и поставив шатун стоймя, как показано на фиг. 52, мы можем заставить его как бы шагать по деревянному полу, раскачивая из стороны в сторону и в то же время давая соответствующие повороты. Таким образом шатун подвигается довольно быстро по полу мастерской без чрезмерных усилий со стороны рабочего (см. фиг. 53). Вообще можно сказать, что даже со сравнительно крупными по величине шатунами удается значительную часть работ произвести, не пользуясь краном, что практически

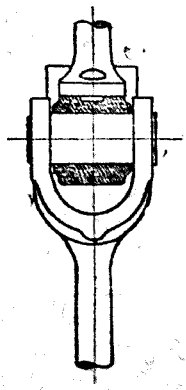
[1] Фёппль, Штромбек, Эберман в упомянутой книге дают для поршней компрессоров при диаметрах 300 — 600 *мм*. Необходимый зазор в нижней направляющей части 0,35 — 0,45 *мм*, а в верхней, в области расположения колец 0,6 — 1 *мм*.

ускоряет дело. Если шатуны нужно оставить в ожидании работы с ними, то опять же удобно расположить их стоймя но фиг. 52 однако можно класть и плашмя. В последнем случае для экономии места кладут шатун на шатун, переменяя концами, как показано на фиг. 54.

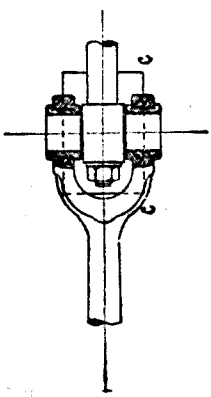
Крейцкопфная конструкция.

Крейцкопфная конструкция состоит из системы крейцкопфа, шатуна, штока, направляющих параллелей и пр.; она, может быть, более свойственна паровым машинам, чем двигателям Дизеля. Мы опишем сборку крейцкопфного типа машин несколько схематически, отсылая читателя за подробностями к сочинениям по сборке паровых машин. [1]

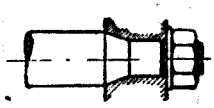
Сборка крейцкопфного механизма у дизелей проще сборки его же у паровых машин; это зависит от того, что при установке направляющих параллелей дизелей нет основания вводить поправки на тепловое расширение цилиндров, ибо, во-первых, цилиндры охлаждаются водой и, во-вторых, мы имеем, вообще говоря, дело со сравнительно меньшими диаметрами рабочих цилиндров. Чтобы быть точнее, скажем, что, в сущности, поправки ввести необходимо, но ими можно пренебречь, если по расчету поправка выходит не более 0,1 *мм*. [2]



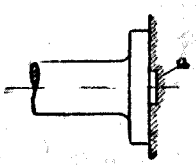
Фиг. 55.



Фиг. 56.



Фиг. 57.



Фиг. 58.

Как мы указывали, крейцкопфная конструкция предполагает следующие детали: шатун, крейцкопф, шток, поршень и направляющие параллели с накладками или без них. [3]

Итого мы имеем:

1) Два шарнирных соединения — подшипники шатунов.

2) Два неподвижных друг относительно друга соединения — крейцкопф и шток, шток и поршень.

3) Одно ползунковое соединение — крейцкопф и направляющие параллели.

В виду общеизвестности крейцкопфной конструкции и работы частей ее, мы обойдемся здесь без рисунка общего вида.

Шатун и крейцкопф составляются при помощи вилкообразного соединения, при чем здесь возможны четыре типа соединения, в зависимости от того, что «вилка» может быть либо у шатуна, либо у крейцкопфа и к тому же либо у вилки имеются подшипники, либо в нее зажат палец (фиг. 55 и 56). Понятно, что цапфы пальца в конструкции фиг. 56 могут быть сделаны, как одно целое, т. е. из одного куска с крейцкопфом. Крейцкопфы бывают односторонние или двусторонние. Рабочая поверхность их часто заливается баббитом и бывает либо

---

[1] **Моритц.** Сборка и установка морских паровых машин; **Кремер.** Руководство к установке (монтаж) паровой машины; **Николаевский.** Сборка судовых машин; **Боршадский.** Техника монтажно-ремонтного дела.

[2] Простой способ вычислить необходимые поправки читатель найдет, напр., в книге Моритц. Сборка и установка морских паровых машин.

[3] У паровых машин часто имеется еще второй шток, проходящий сквозь крышку цилиндра, чего у дизелей пока не встречается.

плоская, либо цилиндрическая. Более характерна плоская конструкция. Ею мы и займемся прежде всего, о цилиндрическом же типе упомянем в конце главы.

Что касается штоков, то обычно применяется заделка их конца в виде комбинации цилиндрической поверхности и конуса (фиг. 57), или же фланцевое соединение по фиг. 58.

Сборку всей крейцкопфной системы для удобства рассмотрения разобьем на следующие этапы работ, перечисленные здесь приблизительно в хронологическом порядке производства их:

1) Пришабривание вкладышей мотылевого подшипника шатуна к мотылевой шейке коленчатого вала.

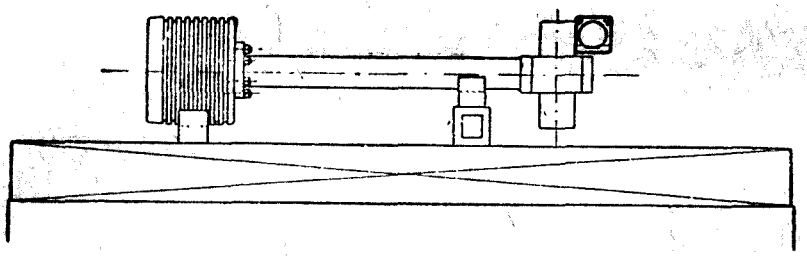
2) Пригонка друг к другу неподвижно скрепляющихся между собой деталей: поршень, шток, крейцкопф.

3) Проверка на разметочном столе крейцкопфа и соответствующая обработка его.

4) Пришабривание вкладышей головного подшипника шатуна или равносильно — подшипника крейцкопфа. [1]

5) Установка направляющих параллелей.

6) Окончательное пришабривание на месте всей системы и опиливание торцов вкладышей подшипников.



Фиг. 59.

Пришабривание вкладышей мотылевого подшипника шатуна к мотылевой шейке вала в случае крейцкопфной конструкции не представляет никаких особенностей по сравнению с случаем тронковой.

Пригонка друг к другу неподвижно скрепляемых между собой деталей. Обработка ползуиковых рабочих поверхностей крейцкопфа. Шток нужно соединить с одного конца с поршнем, с другого — с крейцкопфом. Соединение должно быть выполнено очень плотно. При фланцевом типе соединения прибегают к весьма тщательному шабрению фланца по краске. В случае же соединения на конус является желательным после пришабривания еще притереть поверхности наждаком.

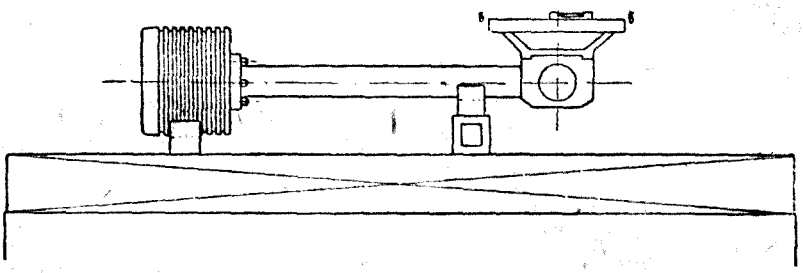
Прибегая к проверке рисмусом на разметочном столе или также на токарном станке, достигаем повторным шабрением требуемого совпадения осей поршня и штока. Далее, соединяя шток и крейцкопф, нужно достигнуть того, чтобы поперечная ось крейцкопфа, — будь то ось пальца или ось подшипника — была бы строго перпендикулярна оси штока. Кроме того обработку необходимо произвести так, чтобы ползуиковая плоскость крейцкопфа оказалась параллельна оси штока. [2] Заметим здесь, что часто конструкция соединения не допускает сколько-нибудь значительной поправки главных геометрических осей, ибо предусматривается точное выполнение деталей в механической мастерской. Для про-

[1] Возможно также пункт 2 выполнять только после пункта 4-го, сохраняя в остальном тот же порядок.

[2] В случае очень крупной машины лучше, если операции соединения крейцкопфа с шатуном будет предшествовать общая выверка самого крейцкопфа на разметочном столе и соответствующее исправление его опиливанием и шабрением.

верок опять же мы должны воспользоваться разметочным столом. При горизонтальном штоке установим поперечную ось крейцкопфа вертикально (см. фиг. 59), при чем вертикальность цапфы проще всего констатировать прикладыванием квадратного уровня. [1] Если же по конструкции имеем на крейцкопфе не цапфу, а подшипник, то желательно в него вставить палец или вспомогательный правильно обработанный валик, хорошо приходящийся к месту, и произвести промеры по предыдущему. Допустимо также вместо этого опустить по оси подшипника нить отвеса и промерить расстояния от «рабочих» поверхностей подшипника до нее шаблоном (см. способ монтажа рабочих цилиндров машин, описанный ниже). Заметим, что квадратный уровень может быть иногда на разметочном столе заменен большим угольником.

Приведенные промеры дадут нам возможность при помощи последующей пригонки достигнуть первого из поставленных требований, именно перпендикулярности поперечной оси крейцкопфа и оси штока. Второе требование, которое на первых порах достаточно выполнить лишь приблизительно, проверяется тем, что ползунковую плоскость поворачивают на разметочном столе кверху и рисмусом или уровнем выверяют ее горизонтальность в то время, как шток и ось цапфы расположены тоже горизонтально (см. фиг. 60).



Фиг. 60.

Для полного выправления ползуиковых поверхностей крейцкопфа и соответственно параллелей имеются три различных порядка производства работ:

1) шабрение крейцкопфа по правильно поставленным и обработанным параллелям;

2) полное выправление крейцкопфа и установка по нему параллелей;

3) полное выправление крейцкопфа и, независимо от этого, правильная установка параллелей, а потом окончательная пригонка одной детали к другой на месте.

Наиболее правильным мы признаем последний из указанных способов, но мы опишем также и второй, первый пока мест исключим, как нежелательный по крайней мере для случая плоского крейцкопфа. [2]

Итак мы признаем нужной полную проверку крейцкопфа на разметочном столе, если только на него нельзя поручиться уже по самому характеру его изготовления.

Проверка на разметочном столе крейцкопфа и соответствующая обработка его. В сущности, после описанного выше главное, что нам осталось достигнуть — это выполнить расстояние между поперечной осью крейцкопфа и его ползунковой плоскостью согласно чертежа при сохранении параллельности между ними. Эта операция обычно осуществляется одновременно и совместно с только что описанными и выясненными на фиг. 59 и фиг. 60. Проверка ведется рисмусом или угольником. Например,

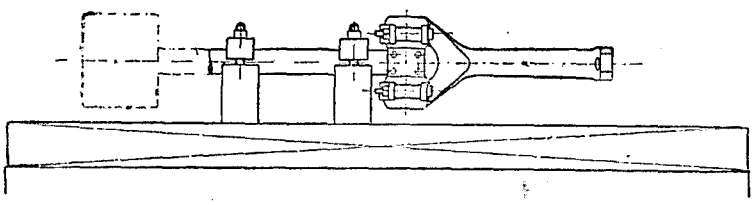
---

[1] По самому характеру обработки цапфы, даже если она сделана из одного куска с телом крейцкопфа, можно быть уверенным, что оба конца ее имеют одну общую ось. В исключительном же случае можно крейцкопф проверить и в этом отношении на токарном станке или, что равносильно, на разметочном столе между центрами бабок.

[2] Первый способ применяется для случая цилиндрического крейцкопфа.

по рискусу добиваются горизонтальности цапфы и рабочей поверхности крейцкопфа и определяют по шкале угольника расстояние между ними; затем, производят требуемое шабрение или даже опиливание рабочей поверхности по образцовой плитке, намазанной краской, а в том случае, если крейцкопф имеет не палец или цапфы, а подшипник, не следует пренебрегать и шабрением его. Если же крейцкопф односторонний, то нужно выправить и остальные ползунковые плоскости *в-в* и *с-с* фиг. 56 и фиг. 60, что производится согласно данных чертежа и очевидных геометрических требований.

Для производства необходимых измерений можно предложить опять же разметочный стол, а также штангенциркуль. Весьма полезно при этом сделать специальный шаблон из листа по контуру поперечного разреза рабочих поверхностей крейцкопфа. Очень часто у больших машин крейцкопф бывает составным, так что рабочие поверхности делаются в виде съемных башмаков, и между ними и телом крейцкопфа ставится еще прокладка в виде металлической пластины. Последняя во всяком случае выполняется строго одинаковой толщины по штангенциркулю. В таком случае общую проверку крейцкопфа желательно произвести сперва без башмаков, а потом и с ними, при чем, кроме того, башмаки тщательно проверяются и сами по себе. Кроме описанных приемов работы на разметочном



Фиг. 61.

столе, в нашем распоряжении остается еще средство выверить рабочие поверхности крейцкопфа на месте: именно, — когда мы вставим всю систему в цилиндр машины, то можно проверить рабочие поверхности, приложив квадратный уровень к ним, и также наконец, как указывалось, приступить к совместной с параллелями пригонке и прощупывашю; впрочем последние приемы работ по существу не могут быть относимы к способам полной проверки крейцкопфа самого по себе.

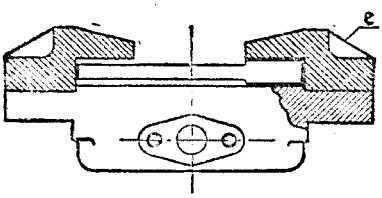
Пришабривание вкладышей головного подшипника шатуна и вкладышей крейцкопфа вполне аналогично соответствующей операции для случая тронковой конструкции и точно так же сопровождается проверками на разметочном столе. Лучше всего для этого собрать всю систему: поршень, шток, крейцкопф и шатун, при чем первые три положить на подкладки (см. фиг. 61), а шатун чуть-чуть придерживать ручным крапом. При этом часто оказывается недостаточным просто положить шток на подкладки, но надо чем-нибудь напр. скобками или грузами, прижать его к ним, чтобы система стала сколько-нибудь устойчивой. Ясно, что, вообще говоря, шток и шатун можно взаимно менять положениями и ролями, если почему-либо это удобнее, т.-е., напр., шатун прижать к подкладкам, а крейцкопф со штоком, но без поршня, оставить на свободе. Это выясняется из фиг. 61. Если же собирается очень крупная машина, то выгоднее при указанной проверке сопоставлять только шток, крейцкопф и шатун; такая проверка без поршня вполне достаточна, но в действительности хуже, чем поверка с присоединенным поршнем, ибо в этом случае правильное положение поршня можно считать менее обеспеченным.

Установка направляющих параллелей. Плоские параллели обычно конструируются в виде отдельной от станины детали, прикрепляемой к плоско простроганным приливам ее, при чем, кроме закрепляющих болтов или шпилек, часто употребляются так называемые направляющие кони-

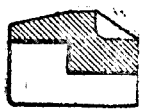
ческие шпильки, благодаря которым всегда может быть устанавливаемо точное положение параллелей, ибо эти шпильки пригоняются весьма плотно. [1]

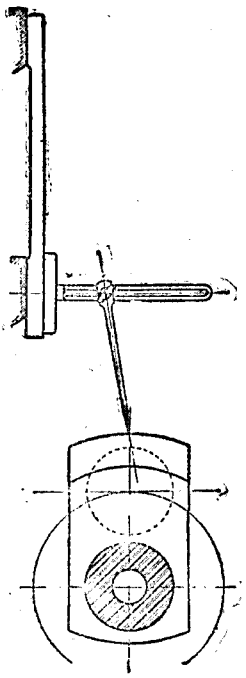
Пригонка параллелей к станине производится, конечно, сперва без накладок *с* (фиг. 62), которые непременно имеются в конструкции с односторонним крейцкопфом. Правильную установку параллелей очень удобно осуществить по коленчатому валу и протянутой по оси цилиндра (окончательно установленного) нити или проволоки или также, иначе, при помощи нити, протянутой по оси вала и двум отвесам, ее касающимся. Эти два способа по существу одинаково удовлетворительны.

Первый из них требует, чтобы на щеках колен вала были предварительно проведены риски, понятные из фиг. 63, при чем такая предварительная разметка должна быть произведена при изготовлении вала или при проверке его. Является желательным в применении способа, чтобы сами щеки вала были выработаны достаточно правильно. Параллель можно считать установленной верно, если главные рабочие поверхности ее, во-первых, параллельны



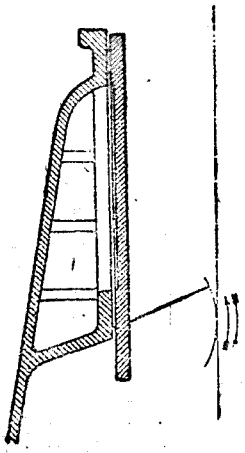
Фиг. 62.



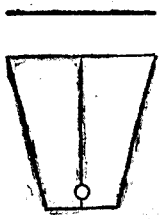


Фиг. 63.

оси цилиндра и отстоят от нее на требуемых расстояниях, во-вторых, — параллельны оси вала. Исполнение первого требования выверяется листовым шаблоном (фиг. 64 и фиг. 65). Для производства самого измерения листовому шаблону дают колебательные движения, при чем замечают, задевает ли он нить. Требуется, чтобы шаблон едва-едва касался нити. Очевидно, что следует произвести промер по крайней мере вверху и внизу параллели. Проще, но зато несколько грубее, будет воспользоваться в данном случае угольником с размеченной шкалой (фиг. 66) или, наконец, рисмусом на штативе. В последнем случае положение острия рисмуса можно определить не иначе, как опять же угольником хотя бы на разметочном столе. Второе из поставленных условий выверяют рисмусом, прикладывая его штатив к параллели, а острие приближая к упомянутой риске вала (фиг. 63). Мотыль вала для этого ставится в свое верхнее положение.



Фиг. 64.



Фиг. 65.

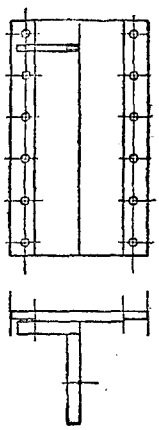
Второй прием монтажа является несколько более кропотливым и состоит в следующем: вынимают коленчатый вал и протягивают шелковую нить по месту его оси, выверяя положение ее стержневыми шаблончиками по внутренней рабочей поверхности вкладышей рамовых подшипников. [2] Затем, опускают два

[1] Нередко также вместо направляющих конических шпилек имеют применение направляющие плотно вставляемые болты.

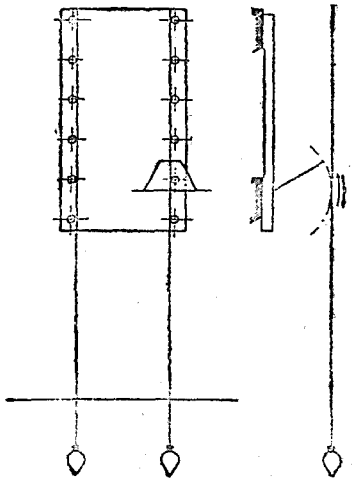
[2] Разумеется, не допускается ставить шаблон на боковые выемки вкладышей, ибо измерение от этих мест было бы крайне несоответственным.

отвеса, доводя до соприкосновения их нитей с нитью оси вала, при чем оба отвеса опускаются с одной и той же стороны ее. Затем, производят промеры расстояния полученных двух вертикалей до плоскости параллелей в различных местах их (фиг. 67). Ясно, что эти промеры исчерпывают вопрос, поставленный нами в виде двух требований. Во время этих промеров параллель временно укрепляется к станине при помощи немногих болтов, шпилек или даже струбцинок.

Самое пришиливание параллели к станине производится или до некоторой степени наугад, помогая делу измерениями штангенциркулем, или же прибегают к специальной разметке параллели на месте: для этого выверяют параллель по предыдущему, прикрепив ее на особых металлических брусочках с подкладками из жести или бумаги (фиг. 59), достигая того, что она ложится правильно, но оказывается несколько на меньшем расстоянии от оси цилиндра, чем следует. Применяя специальный маленький рисмус, можно вывести на параллели контур необходимой простружки и опиливания, при этом строганая поверхность станины под параллелью служит как бы разметочным столом.



Фиг. 66.



Фиг. 67.

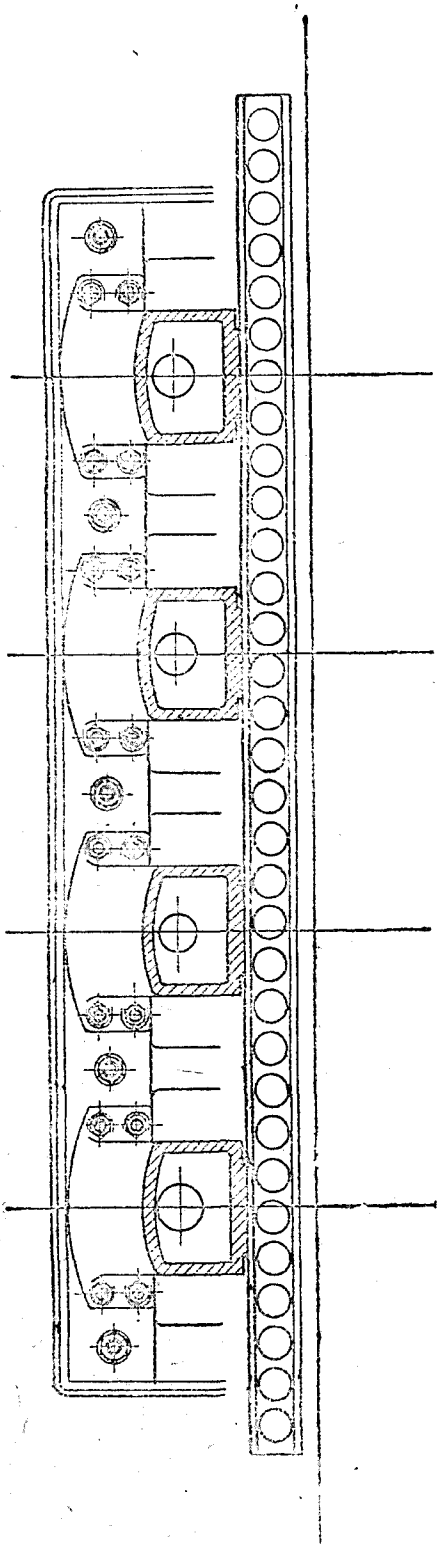
С успехом можно монтировать параллель и несколько иначе: именно, отнести все вышеуказанные промеры не к рабочей поверхности ее, но к приливу станины, и добиться строгой правильности его. В таком случае толщина фланца параллели должна быть выверена по штангенциркулю и притирочной плитке. В принципе последний способ надо считать весьма желательным.

Наконец, мы можем еще указать на один упрощающий прием, применимый для многоцилиндровых машин некоторых типов. Монтируют сперва правильно параллели или их приливы для двух крайних цилиндров по предыдущему. Тогда нетрудно остальные проверить по линейке, для чего прикладывают ко всему ряду параллелей большую линейку (см. фиг. 68) и производят промеры щупом, пробными бумажками, методом освещенного лампой просвета и пр., стараясь при этом не допускать большого провешивания линейки. Согласно данных этих промеров могут быть опилены все промежуточные параллели и соответствующие приливы в станине.

После окончания всех описанных работ по пригонке параллелей нам остается правильно их поставить, чтобы окончательно пригнать «направляющие» и пр. шпильки и болты. Для этого требуется, чтобы в середине параллели была предварительно проведена риска по продольной оси симметрии. Тогда, пользуясь угольником, как показано на фиг. 66, мы без труда найдем правильное положение. Понятно, что параллель будет лежать правильно, когда угольник чуть чуть касающийся отвеса в то же время ляжет острием своего угла как раз у самой риски. Два промера, произведенные вверху и внизу параллели, обеспечат нам желаемый результат. Что касается накладок, то их пригоняют, проверяя шаблонами (фиг. 62) и по плитке. [1] Размеры накладок по их вышине принимают без запасов на зазоры, которые требуются при работе на ходу машины; эти зазоры легко получить при окончательной установке, если под накладки подложить 0,2-*мм* латунную фольгу или бумагу.

[1] Обычно при пользовании шаблоном такого рода ставят против себя лампу и смотрят на просвет между шаблоном и изучаемыми поверхностями. Таким образом легко видеть, где прилегание плотное и где — нет.

Скажем, наконец, несколько слов о способе установки параллелей непосредственно по крейцкопфу. Для этого приходится с самого начала их установки собрать и поставить на место всю крейцкопфную систему, предварительно вполне проверенную, при этом подшипники шатуна и крейцкопфа следует закрепить довольно туго. Далее, нужно поставить крейцкопф в два (или более) из его возможных положений,—лучше всего в верхнее и нижнее. Тогда является возможным промерить, хотя бы рисмуусом, расстояния от плоскостей станины до рабочих плоскостей крейцкопфа и, руководствуясь полученными данными, опилить параллель. [1]



Фиг. 6.

Предлагают еще один прием работы по крейцкопфу, в котором правильное его положение устанавливается при помощи протянутой нити по оси его цапфы. Думается, однако, что последний способ слишком кропотлив; он может быть полезен, повидимому, только при сборке особо крупных машин.

В заключение заметим, что сборка параллелей по любому из описанных способов производится удобнее и рациональнее, если по конструкции между параллелями и приливами станины предусмотрены подкладочные плиты. Тогда, при помощи временных подкладочных брусочков, как описано было выше, устанавливают параллели правильно, а в дальнейшем будет нетрудно выяснить необходимую окончательную толщину постоянных подкладных плит.

Окончательное пришабривание на месте всей системы, установление необходимых зазоров и пр. После выполнения описанных работ нам остается еще окончательно выверить всю крейцкопфную систему на месте в собранном виде, установить правильные зазоры у рабочих поверхностей и торцов, поставить направляющие шпильки у параллелей и пр.

Работу окончательного пришабривания ведут по краске, при чем главным образом шабрят рабочие поверхности крейцкопфа, тем более, что ныне обычно их проектируют с заливкой баббитом. Необходимые зазоры между рабочими поверхностями, должны быть, в сущности, те же по величине, что и у коренных подшипников, т.-е. около 0,15 — 0,25 *мм* или несколько более. Лучше всего воспользоваться приемом, аналогичным описан-

[1] При этих работах известную помощь может оказать применение квадратного уровня.

ному при монтаже крышек рамовых подшипников: сперва пригнать рабочие поверхности плотно до степени застопоривания, при чем под параллели или под башмак крейцкопфа должны быть проложены одна или несколько бумаг (или равноспльно фольга). Затем, вынув только одну бумагу, мы получим требуемый зазор. Что касается торцов вкладышей, опиливанием которых определяется свобода движений системы в стороны, то они должны быть опилены настолько, что в сумме в каждую сторону можно было бы сдвигать всю систему примерно на 0,6 — 1 *мм* для случая среднего размера судовой машины и несколько меньше— для стационарного типа. [1]

Постановка направляющих шпилек крейцкопфной конструкции описана ниже, см. соответствующую главу в тексте.

О цилиндрическом крейцкопфе. Система с цилиндрическим крейцкопфом наиболее уместна для случая не очень больших стационарных машин, у которых цилиндр и станина отлиты заодно. При этой конструкции рубашка цилиндра и параллели растачиваются сразу на одном и том же станке, в чем можно видеть значительное преимущество по существу. Точно так же поршень и крейцкопф могут обтачиваться или по крайней мере проверяться вместе в собранном виде. Таким образом в отношении правильности этих поверхностей мы можем считать себя обеспеченными. При сборке нам остается только выправить подшипниковое соединение шатуна с крейцкопфом и немного пошабрить, если это представляется необходимым, крейцкопф по параллелям, намазанным краской. Заметим, что по своему существу и по характеру сборки крейцкопфная система с цилиндрическим крейцкопфом весьма мало разнится от тронковой бескрейцкоифной системы.

Установка компрессии.

Система шатуна, поршня и пр. в окончательном виде должна получить такую длину в выпрямленном виде, чтобы сжатие воздуха (компрессия) в цилиндре при верхнем мертвом положении поршня приняло надлежащую величину.

Обычно у одного из подшипников шатуна имеется бронзовая или стальная прокладка в 5 — 8 *мм* толщиной (*9*, на фиг. 31 и 32). Мы ее будем называть компрессионной прокладкой. Заметим, что в случае крейцкопфной конструкции компрессионная прокладка может быть сделана не у шатуна, но у штока. Наибольшее сжатие воздуха в рабочем цилиндре двигателя Дизеля получается при положении поршня в верхней мертвой точке; оно вполне определенно и указано размерами на чертежах; обычно объем цилиндра при полном сжатии составляет $5^1/_2$ — $6^1/_2$% наибольшего объема. Для определения необходимой толщины компрессионной прокладки нужно произвести соответствующий промер. Допустим, собраны фундаментная рама, коленчатый вал, станина, цилиндры. Опускаем в цилиндр собранную систему поршень, шатун и пр. с поставленной временной компрессионной прокладкой или без нее. Повернув вал так, чтобы поршень стал в свое наивысшее положение, промеряют масштабом расстояние от верхней фланцевой плоскости цилиндра до верхней плоскости поршня, т.-е. ту величину, которая указана на чертеже, как характеризующая компрессию. Особой точности измерения при этом не требуется, — в сущности допустима ошибка измерения даже в $^1/_2$ *мм*. Впрочем нужно считать лучше способ измерения при помощи куска свинца. Для этого кладут на поршень кусок свинца 2 — 4 *см* толщиной, привинчивают крышку цилиндра и, проводя поршень через верхнюю мертвую точку, заставляют свинец соответственно смяться до измеряемой величины. Таким образом выясняется, какой окончательной толщины должна быть компрессионная прокладка. Ее заказывают в механической мастерской с запасом толщины в 0,2 *мм* для пригонки.

---

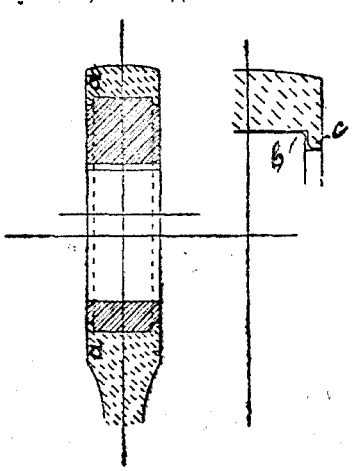
[1] Мы видим, что в общем в отношении торцов требования те же, что и для тронковой конструкции.

Воспользовавшись образцовой плиткой, намазанной краской, выправляют поверхности компрессионной прокладки, а также площадки лежания его между деталями системы. Если компрессионная прокладка по конструкции располагается как бы в гнезде, то совершенно необходимо опилить ее острые края, чтобы не получилось случайного лежания только на краях. Пришабривание компрессионных прокладок принято вести очень старательно, не допуская «лысин»[1] даже по краям. В целях достижения особой точности пришабривания к концу работы рекомендуется не прижимать сильно прокладки к накрашенной плитке во избежание влияния изгибов; кроме того можно рекомендовать плитку красить скупо. Что касается толщины компрессионной прокладки, то, как сказано, таковую нет необходимости выполнять очень точно по абсолютной величине, но во всяком случае ее нужно сделать строго одинаковой по всей площади, что проверяется со всей возможной точностью штангенциркулем.

Укажем в заключение, что, наоборот, в компрессорах высокого давления размер самой толщины компрессионных прокладок должен исполняться точно.

Эксцентрики.

Эксцентриковый механизм по идее, как известно, однороден с механизмом шатуна и кривошипа; он состоит из эксцентрика, посаженного на вал, бугеля, охватывающего эксцентрик, и тяги, прочно присоединенной к одной из половин бугеля, или даже выполненной с ней за одно целое. В виду общеизвестности эксцентрикового привода, мы здесь обходимся без чертежа общего вида. Желательно, чтобы самый эксцентрик был выточен достаточно правильно, чтобы его можно было устанавливать прямо по боковым поверхностям, прикладывая к ним квадратный уровень. Конечно, сперва прибегают к «предварительному» пришабриванию. Некоторою особенностью пришабривания бугелей вообще, сравнительно пришабривания подшипников шатунов, являются работы с торцевыми поверхностями *a-a* (фиг. 69); последние монтируются довольно плотно, что допустимо в виду сравнительно небольшой толщины бугеля.



Фиг. 69.

Далее укажем, что вследствие сравнительно больших диаметров трущихся поверхностей шабрение ведут следующим образом: сперва шабрят бугель (бронза или баббитовая заливка) по эксцентрику, при чем эксцентрик намазан краской, а потом, наоборот, стерев краску с эксцентрика, намазывают бугель и пришабривают эксцентрик по бугелю. В остальном эксцентриковый механизм собирается вполне аналогично механизму шатуна и кривошипа, при чем аналогично острые края *b* и *c* эксцентриков и бугелей (фиг. 69) непременно должны быть скруглены.

Что касается мелких эксцентриков, например, от нефтяного насоса и пр., то их выверяют более примитивно. Впрочем, оказывается полезным и здесь собрать тягу-шатун с соответствующим плунжером (поршеньком) и выверить как шатун, так и поршень на разметочном столе, воспользовавшись простейшим из приведенных выше способов проверки. На практике нередко также обходятся в данном случае без разметочного стола и в таком случае пользуются только упрощенными приемами прощупывания и т. п. в собранном виде на месте. Однако, несмотря на допустимость уменьшенной тщательности сборки мелких частей вообще, бугели эксцентриков всегда пришабривают по краске. Самое шабрение производят при помощи полукругло заточенного плоского шабра или также треугольным шабром с круто загнутым концом.

[1] Т.-е. мест, где краска не берет совсем и, следовательно, нет соприкосновении поверхностей.

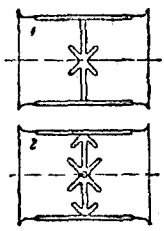
Прорубание во вкладышах подшипников смазочных канавок.

Все сколько-нибудь крупные подшипники, а, следовательно, прежде всего, рамовые, мотылевые, крейцконфные и головные шатуна требуют прорубания полукруглых канавок во вкладышах; это делается в целях облегчения распространения смазочного масла. В технической литературе мы встречали некоторые возражения относительно полезности канавок вообще. Думается, эти возражения — сомнительны, ибо практика все же придерживается канавок.

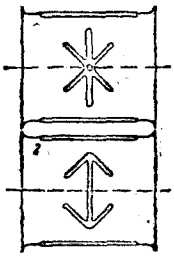
Ныне многими заводами поставлены опыты для выяснения, какое-же расположение канавок подшипников отвечает наиболее рациональной подаче масла между цапфой вала и подшипником. В результате опытов практические основания расположения канавок, конечно, были найдены, но все-таки фактически почти каждый машиностроительный завод применяет свое особое расположение масляных канавок вкладышей.

На фиг. 70 и 71 показано очень простое расположение канавок вкладышей подшипников шатуна, которое, благодаря хорошей работе и простоте, получило большое распространение.[1]

На фиг. 70, относящейся к головному (верхнему) подшипнику шатуна, обозначены: *1* — верхний вкладыш и *2* — нижний вкладыш; на фигуре же 71, относящейся к подшипнику шатуна, охватывающему коленчатый вал (нижнему), обозначены: *1* — нижний вкладыш и *2* — верхний вкладыш. Ширину канавки можно делать равной диаметру маслопроводного отверстия.



Фиг. 70.



Фиг. 71.

Помимо этих соображений, сборщик, прежде всего, должен следовать чертежу и выполнять канавки, как они начерчены.

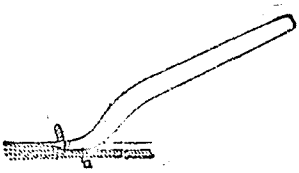
Прорубанием канавок следует заняться как можно позже в общей последовательности работ, чтобы одновременно произвести работу для наибольшего количества вкладышей. Преждевременное прорубание канавок представляет кроме того следующие невыгоды: во-первых, канавки сильно затрудняют шабрение и, во-вторых, энергичное шабрение может исказить равномерность их глубины.

Для прорубания канавок следовало бы пользоваться специальным станком, но очень часто канавки прорубают не на станке, но от руки. Прежде всего нужно расчертить их на вкладыше по чертежу. Для этого пользуются чертильным шилом (например вынутой иглой рисмуса) или просто ножкой циркуля и стальной закаленной легко гнущейся полоской, которая служит в данном случае линейкой; нередко бывает нужен также слесарный циркуль. При желании полезно немного намазать вкладыши густоватой краской (как и всегда, разведенной на машинном масле), тогда царапины чертильного шила будут особенно ясны. Применяют различные приемы расчерчивания: можно, например, провести линии только по оси канавки, что для хорошего рабочего вполне достаточно, но можно также вычертить вместо оси одну линию по краю канавки, или даже с обоих краев ее. Последнее вычерчивание, конечно, кропотливее, но зато при этом прорубание идет точнее и, следовательно, получается выигрыш в качестве работы.

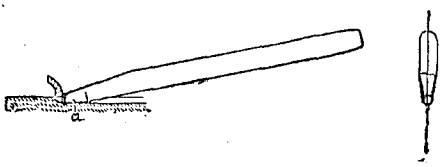
Вырубают канавки при помощи особого крейцмейсселя, по которому, как по зубилу, бьют ручником. Изогнутая форма этого крейцмейсселя (фиг. 72), применяется для работы по вогнутой поверхности, а также во всех остальных случаях, кроме случая цельного вкладыша (не состоящего из двух половин или нескольких частей), где прорубать удобнее прямым крейцмейсселем (фиг. 73), например, — случай подпятников вертикальных валиков. Заметим, что для этой работы выбирают крейцмейссель с несколько более топ-

[1] Фёппль, Штромбек, Эберман. Быстроходные дизеля. 1928 г.

ким концом, чем это кажется нужным на первый взгляд, ибо канавки после прорубания приходится основательно чистить. Затачивать крейцмейссель можно на обыкновенном точильном камне, при чем режущий угол делают несколько меньше 80°. В работе по баббиту или бронзе крейцмейссель имеет склонность заедать вглубь, и во избежание этого требуется некоторая сноровка в обращении с ним. Часто бывает трудно понять, отчего один крейцмейссель работает хорошо,

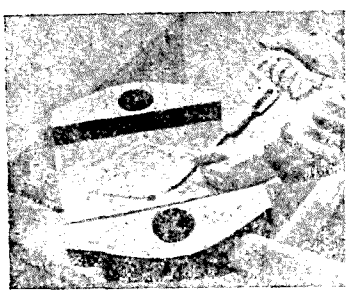


Фиг. 72.

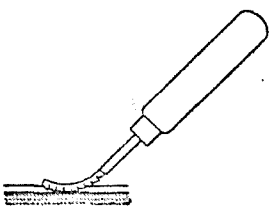


Фиг. 73.

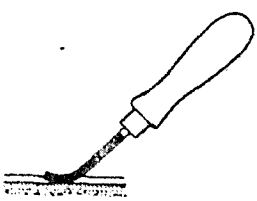
другой же по всей видимости заточенный одинаково — несравнимо хуже. Мало помогает делу применение более тупых углов заточки; во всяком случае нужно внимательно следить за тем, чтобы спинка *a* крейцмейсселя совсем не касалась материала, иначе непременно произойдет ухудшение качества канавки, в особенности на поворотах размеченной кривой. Прорубание канавок нужно производить чисто, так как всякая допущенная грубоватость вырубки вызывает потом большую потерю времени на выравнивание. Прорубание канавок по бронзе или по баббиту, по существу, ничем не различаются. При работе по бронзе крейцмейссель, конечно, подается несколько медленнее в материал, и, соответственно, ударять ручником приходится сравнительно сильнее.



Фиг. 73а.



Фиг. 74.



Фиг. 75.

Значительное ускорение и усовершенствование операции прорубания смазочных канавок достигается применением пневматических машинок (небольших молотов). Этот способ работы бесспорно более целесообразен, чем вышеописанный способ прорубания лишь при помощи крейцмейсселя и ручника. (фиг. 73а).

После прорубания канавки нужно ее прочистить и выровнять. Для прочистки по баббиту применяется прочистка в виде особого стального крючка с зубчатой насечкой (фиг. 74). Для бронзы, которая не может, подобно баббиту, засорить пилу, применяют аналогичную прочистку, приготовленную из небольшой круглой пилы (фиг. 75).

Маленькую круглую пилу, — лучше даже обломок, ибо его труднее сломать в работе, быстро нагревают с кончика до-красна в горне и, нажав о наковальню, выгибают, как показано на фиг. 75, затем нагрев снова до-красна, закаливают в воде.

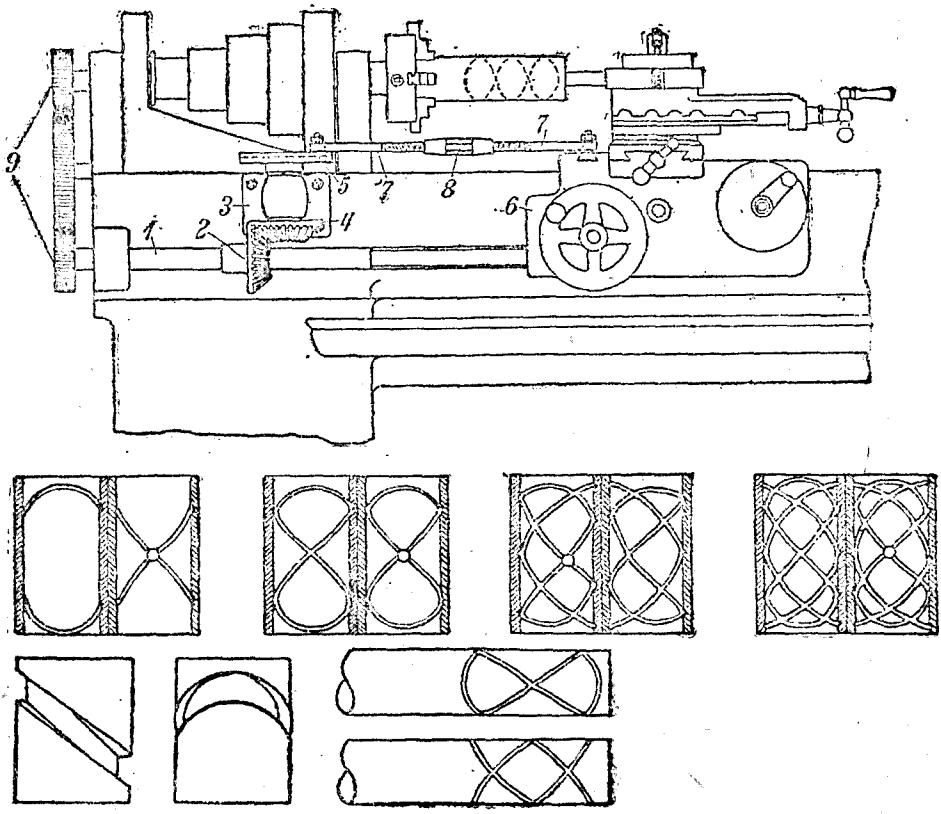
Прочистку берут также несколько меньшего диаметра, чем размеры канавки. Сильно нажимая, водят прочисткой по канавке, пока канавка не сделается ровной и красивой на вид.

Прорубанием канавок материал вкладыша несколько выжимается по сторонам их и, следовательно, здесь могли бы получиться «крепкие» при нажиме цапфы вала места. Поэтому, по окончании прорубания и выравнивания канавок нужно прошабрить за один или за два раза прилежащие области приблизительно

в 20 *мм* шириной, при том, чем ближе к канавке, тем сильнее. Эта дополнительная операция безусловно необходима и осуществляется настолько однообразно во всех случаях, что для привычных рабочих после нее нет никакой надобности снова проверять вал по краске.

На фиг. 76 мы приводим приспособление к токарному станку для нарезания смазочных канавок во втулках и на валиках (патент В. Степанова).

Посредством конической шестерни *2*, укрепленной на ходовом винте *1* и конической шестерни *4*, насаженной на нижний конец валика, расположенного



Фиг. 76.

в кронштейне *3*, приводится в движение надетый на верхний конец валика диск *5* с продольным пазом для укрепления в желаемом месте пальца. Диск соединен с кареткой *6* посредством двух тяг *7* с правой и левой нарезками на концах и соединительной гайки *8*. Посредством смежных наборных зубчатых колес *9*, вышеприведенной передачи и диска 5 приводится в возвратно-поступательное движение каретка резцового суппорта согласно требуемому шагу нарезки.

На фиг. 76 показаны также примерные фигуры канавок, производимые с помощью описанного приспособления одним или двумя резцами одновременно. Понятно, что предложенный способ изготовления канавок должен подвергнуться согласованию с требованием рационального расположения канавок (см. выше).

В заключение укажем, что канавки возможно также вырабатывать и на универсальном фрезерном станке.

О станинах и цилиндрах.

Прежде всего напомним, что в настоящее время среди значительного многообразия типов четырехтактных и двухтактных дизелей можно видеть две

главнейшие конструктивные группы: машины стационарные и судовые (см. введение).

Монтаж станины судового типа. Как видно на фиг. 2, станина судового типа представляет собой довольно тонкостенную коробчатую отливку. Нижняя и верхняя горизонтальные плоскости ее простроганы, а в случае составной станины из двух или нескольких сболчиваемых частей мы имеем еще торцевые, тоже обработанные, плоскости. Сболченный тип встречается довольно часто, вследствие обычно значительной длины машин судового типа и связанных с этим литейных трудностей. [1] Что делать с нижней, верхней и торцевыми поверхностями — вот те вопросы, которые рассматриваются в настоящей главе.

Прежде всего производят очистку нижней плоскости станины и верхней плоскости фундаментной рамы. Укажем, что вообще очистка больших фланцевых поверхностей сводится к следующему: проскабливают поверхность широким плоским шабром, чтобы устранить впечатавшуюся грязь, далее проходят слегка шлифной пилой, чтобы сбить случайные ссадины, заусеницы и насечки, далее обтирают тряпкой, а иногда при этом моют керосином и, наконец, обдувают струей сжатого воздуха. Эту очистку приходится неоднократно повторять, хотя бы в беглой форме, дабы во всех случаях быть уверенным в чистоте поверхностей.

После этого взятую краном станину осторожно опускают на поверхность фундаментной рамы. Во избежание возможного перерезывания стропа при этом подкладывают на острые края станины обрезки широких пеньковых приводных ремней и т. п. Всячески стараются не засадить при опускании станину на шпильки фундамента. Является полезным слабо колыхать («качать») ее при этом, чтобы избежать указанного засаживания и заедания. Равносильно при подъеме и опускании краном длинных станин судового типа следует принять во внимание некоторые указания, сделанные в главе о монтаже коленчатого вала.

Несмотря на то, что дыры станины сверлились по кондуктору, тем не менее возможна некоторая оплошность, и бывает, что станины не подходят к фундаментной раме. Отметив мелом в тех местах, где нужно исправить дыры, снимают станину и разворачивают дыры разверткой.

Считаем нормальным, чтобы диаметр дыр нижнего фланца станины на 10 — 20% превосходил диаметр шпилек. Таким образом норма здесь несколько другая в сравнении со случаем фундаментной рамы. [2] Далее, фундаментную раму довольно густо намазывают сверху краской и, положив на нее станину, наносят по последней сильные удары большой свинцовой кувалдой, чтобы вызвать хотя бы минимальные передвижения и таким образом получить знаки от краски. Сняв станину, пилят и шабрят по указаниям краски, пока не получат повторными операциями надлежащей пригонки станины к фундаментной раме. Впрочем иногда обходятся почти совсем без пригонки, ограничиваясь проверкой плотности прилегания при помощи щупов. Дело в том, что станина имеет сравнительно громадный запас поверхности соприкосновения с фундаментной рамой, а вообще в машиностроении признается, что чем больше поверхности соприкосновения, при равных прочих условиях, тем более слабую пригонку можно допускать. С другой стороны легко догадаться, что подобная слабая пригонка допускается вследствие значительной дороговизны производства опиливания и шабрения больших поверхностей. Поэтому надо признать весьма рациональной ту конструкцию, при которой поверхность соприкосновения станины и рамы намеренно уменьшена или фрезированием или уже по модели в отливке, при чем приходится

[1] Металл в этом случае приходится лить одновременно из двух и более ковшей; при охлаждении имеется риск, что станина разорвется, вследствие продольной усадки и, надо сказать, что в строе вырубание главных шишек иногда не спасает дела.

[2] Мы должны здесь оговориться, что почти всегда на чертежах указываются дыры относительно меньшего диаметра, чем только что сказано, но практика сборки показала, что от этих данных чертежей следует отступать.

произвести точное пришлифование и даже пришабривание поверхностей, что не трудно, потому что поверхности прилегания как сказано в таком случае уменьшены.

Случается иногда, что станина сперва ложится очень плохо. Это чаще всего происходит от того, что длинная и легкая станина всегда коробится, когда по мере механической обработки освобождаются внутренние натяжения металла. Нередко также оказывается, что в случае составных станин к подобному недоразумению привело место стыка. В последнем случае прежде всего нужно попробовать подтянуть ключом при помощи молотка все болты стыка.

Положим, однако, что мы доказали, что станина действительно покоробилась. Тогда нужно ее отправить в механическую мастерскую на дополнительную простройку на строгальной машине, а именно, — для снятия тонкой стружки. После этого можем приступить к опиливанию в сборочной при помощи брусовок. Нечего и говорить, что пиление громадных поверхностей станины весьма длительное дело. Первое время пилят почти наугад, сообразуясь только с отметками мелом, сделанными при прощупывании. Несколько погодя прибегают к краске.

Что касается особо длинных судовых станин, которые приходится монтировать отдельными пролетами, то работу ведут в следующем порядке: сперва пригоняют поверхности лежания по предыдущему а затем приступают к припиливанию и пришабриванию торцов по краске, пользуясь в то же время показаниями щупов. При этой работе для усиления показаний краски следует прибегнуть к легкому взаимному нажиму составляемых пролетов при помощи домкратов или при помощи закрученного стягивающего каната, давая в то же время из стороны в сторону толчки свинцовой кувалдой. Без прижимания поверхностей трудно получить удовлетворительные знаки от краски.

Верхнюю поверхность станины, на которую ставятся цилиндры, в сборочной совсем не обрабатывают, сохраняя станковую обработку механической мастерской и ограничиваясь только очисткой. [1]

Наконец, остается найти некоторое наилучшее положение станины на раме, сболтить ее, если она пригонялась отдельными частями, и поставить направляющие шпильки.

Отдельные цилиндры судового типа машины. Обычно рабочий цилиндр двигателя Дизеля состоит из внутренней «рабочей» втулки и собственно цилиндра, точнее — внешней рубашки, имеющей всевозможные приливы и фланцы. В сборочную мастерскую цилиндры доставляются со вставленной втулкой. Нижняя фланцевая поверхность обычно имеет отверстия для шпилек станины, верхняя же — большие шпильки для крепления крышки цилиндра.

Само собой разумеется, что приступить к монтажу судовых цилиндров возможно только тогда, когда уже установлена станина, при чем на практике считают нужным при нижеописанных работах закреплять станину гайками, правда довольствуясь примерно лишь $^1/_3$ числа всех гаек, ставя их более или менее равномерно и в наиболее ответственных местах.

Главнейшее геометрическое требование, предъявляемое к монтажу цилиндра вертикальной машины, состоит в том, чтобы ось втулки цилиндра была вертикальна, при чем это требование необходимо вполне строго выполнить для крейцкопфной конструкции, для тронковой же прежде всего необходимо с возможной точностью выполнить перпендикулярность оси цилиндра к оси коленчатого вала. Однако и в тронковой конструкции выполнение строгой вертикальности далеко не бесполезно, и правильная сборка требует совершенной вертикальности цилиндров, ибо это облегчает дальнейшую сборку более мелких деталей машины. Затем нужно добиться, чтобы ось втулки пересекла ось вала, и желательно, чтобы она оказалась посредине относительно соответствующего мотыля коленчатого вала.

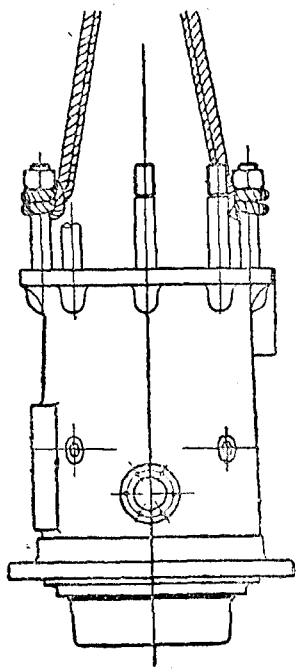
---

[1] Некоторые фирмы, впрочем, ныне этого не допускают, ибо в число своих задач ставят легкую заменяемость поврежденных цилиндров.

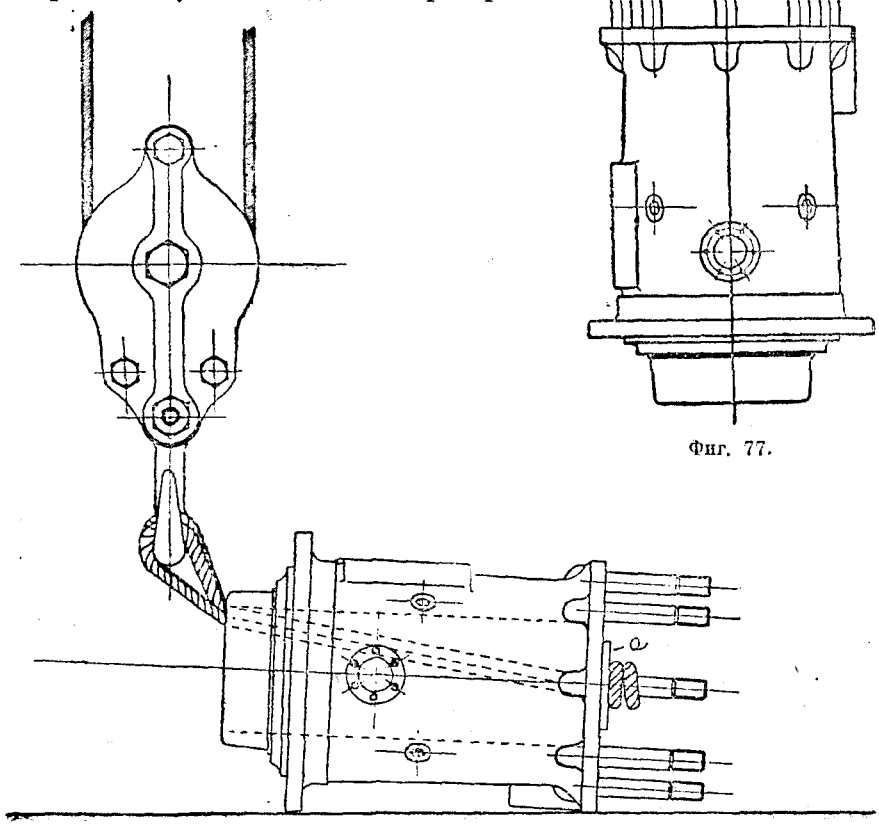
Точность исполнения вертикальности доходит, примерно, до степени $^1/_2$ допускаемой угловой погрешности и иногда даже еще точнее этого.

Припиливание и шабрение производят плотно, ибо фланцевая поверхность цилиндра не имеет слишком большого запаса площади сравнительно с возникающими в работе машины толчками, что и является одной из причин необходимости тщательной пригонки. Опиливанию подвергается нижний фланец цилиндра.

На фиг. 77 и 78 видно, каким образом приходится захватывать цилиндр стропом при производстве работ по установке его. При одновременной пригонке нескольких цилиндров желательно иметь отдельные стропы для каждого цилиндра, чтобы не тратить напрасно времени на перестановку. Необходимые переворачи-



Фиг. 77.



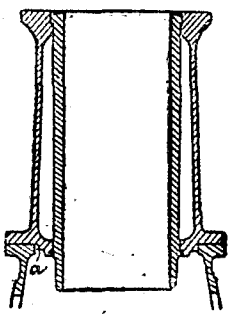
Фиг. 78.

вания цилиндра на деревянном полу [1] производятся следующим образом: опустив цилиндр на пол шпильками вверх, ведут его краном в сторону и, помогая своей силой, перевалпвают на бок, — обычно в сторону каких-либо тяжелых приливов. Надо сказать, что сила рабочего не является необходимой в данной операции; имеется полная возможность повалить цилиндр, пользуясь только краном, что существенно, если цилиндр весьма тяжелый. В последнем случае прибегают к следующему способу: на то место пола, куда намерены опустить цилиндр, кладут деревянный брусок и направляют цилиндр так, чтобы он стал краем на брусок и оказался тем самым в неустойчивом положении; тогда он самостоятельно повалится на бок. Далее, снимают строи с гака и продевают его сквозь цилиндр, как

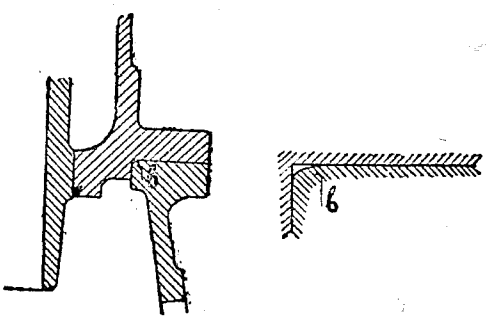
[1] Дело в том, что пилить цилиндр удобно только при условии, если его поставить вниз головой (на шпильки).

показано на фиг. 78. Таким образом при помощи крана ставят цилиндр на шпильки, т.-е. вниз головой. При этой операции желательно подложить под строп деревяшки *a*, ибо в противном случае он мог бы быть перерезан острым краем цилиндра. Место переворачивания цилиндра на полу мастерской нужно выбрать осмотрительно. Заметим, что цилиндры занумерованы и таким образом каждый ставится на свое вполне определенное место в машине. Постановку цилиндра на станину и снимание его с нее производят с известной осторожностью, особенно в первый раз. Признается необходимым при этом сильно колыхать «качать» цилиндр из стороны в сторону, чтобы облегчить прохождение шпилек, иначе может случиться, что первая зацепившаяся шпилька вызовет перекос цилиндра и тем самым она «заест» еще больше, усилив в свою очередь перекос, что поведет в конце концов к весьма неприятным последствиям. Это особенно опасно при снимании цилиндра со станины, т.-е. при подъеме. Заметим, что надеяться на бдительность только крановщика, конечно, не приходится.

Первая постановка цилиндра покажет удовлетворительны ли отверстия нижнего фланца. В случае надобности исправлений делают отметки мелом. Диаметр отверстий должен превосходить приблизительно на 15 — 25% диаметр шпилек. Если это требование не выполнено, т.-е., по обыкновению, [1] дыры слишком



Фиг. 79.



Фиг. 80.

тесны, то следует возвратить цилиндр для разворачивания дыр в механическую мастерскую. Если же по какой-либо случайности дыры оказались просверлены не вполне на должных местах, то их также надо развернуть , но сперва подрубив крейцмейсселем надлежащую сторону (см. ниже).

Спрашивается: зачем приходится брать такой большой избыток диаметра дыр над диаметром шпилек?

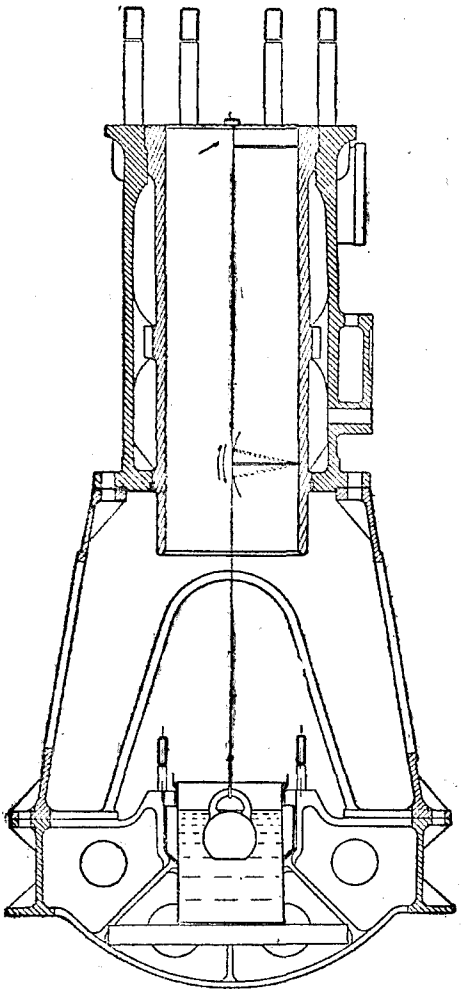
Это нужно, во-первых, для того, чтобы можно было «качать» цилиндр, во-вторых, чтобы легче было установить цилиндр в правильном относительно коленчатого вала положении, в-третьих, чтобы при многочисленных подъемах и постановках цилиндра как можно меньше обминались шпильки.

Обратим теперь наше внимание на поясок *a* цилиндра (фиг. 79). Во избежание недоразумений, как и всегда в подобных случаях, следует энергично спилить соответствующий «острый край» *b* (фиг. 80) у станины, чтобы ни иод каким видом цилиндр не ложился на него, при чем оказывается выгоднее профиль спиливания выполнить не ио дуге окружности, но по типу кривой, показанной в увеличенном виде на фиг. 80. Указанная работа производится полукруглой пилой. Перед постановкой цилиндра следует старательно очистить поверхности прилегания станины и цилиндра, особенно фланцы, и сравнительно очень густо и равномерно намазать верхнюю плоскость станины краской, наблюдая, чтобы в краске не было никаких соринок. Самый цилиндр приходится каждый раз перед

[1] Как указывалось, слишком тесные дыры обязаны своим происхождением единственно некоторой неопытности конструкторов.

постановкой обтирать тряпкой, когда он уже находится на весу и обдувать 5-атмосферным сжатым воздухом.

После этих предварительных указаний мы перейдем к описанию производства необходимых промеров. Нас прежде всего интересует вертикальность цилиндра, остальное же может быть отложено к самому концу работ его установки. Поставленный на станину цилиндр прежде всего полагается «качать». Для этого, захватив ломом или трубой за какую-нибудь часть, например, за шпильки или даже за отверстие для прочистки, будем давать толчки в горизонтальной плоскости, чтобы цилиндр двигался по поверхности станины (возможность «качки» основывается на том, что крепительные отверстия, как сказано, имеют сравнительно большой избыток диаметра в сравнении с соответствующими шпильками). Существенность «качки» для дела заключается в том, что при этом хорошо «берет» краска и раздробляются и обезвреживаются случайно попавшие крупинки грязи. Далее, можно упомянуть, что в первый период пригонки цилиндра все необходимые измерения производят, не закрепляя его гайками, к концу же работы, — предварительно поставив и закрепив хотя бы 4 гайками, выбранными для этого более или менее равномерно по фланцу цилиндра. [1]



Фиг. 81.

Теперь вспомним, что ось цилиндра является прямой линией, отстоящей на одинаковых расстояниях от любой из точек внутренней поверхности его втулки. На этом свойстве оси основан прием производства промеров в отношении вертикальности ее.

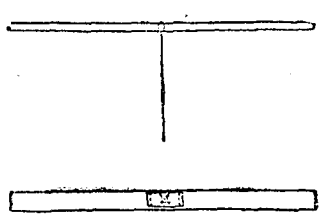
Для выяснения вертикальности нужно опустить сверху нить отвеса и, пользуясь стержневым шаблоном, установить ее центрально вверху втулки; затем, тем же шаблоном выяснить, как располагается нить внизу втулки. Этот в высшей степени точный способ проверки вертикальности цилиндра мы опишем подробно. На фиг. 81 показаны общие условия этого промера.

В качестве отвеса применяют твердую стальную проволоку 0,2 — 0,3 *мм* диаметром с привешенной гирей в 5 — 10 *кг*. Произведя расчет напряжения, нетрудно убедиться, что данная нагрузка довольно значительна для проволоки указанного диаметра; это необходимо по существу, ибо только тяжелая гиря может выпрямлять проволоку. Тем не менее нужно применять в дело исключительно немятую проволоку; загибы недопустимы, ибо на них часто происходят разрывы, а с другой стороны даже наибольшая возможная нагрузка не способна, повидимому, вполне выправить проволоку на загибах.

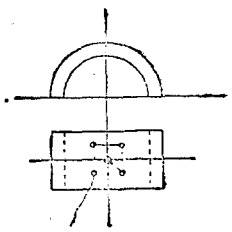
К нижнему концу проволоки прикрепляется крючок, выгнутый из железного прута. На него нацепляют гирю. Применение крючка выгодно в том отношении, что можно удобно снимать гирю и вытаскивать нить отвеса вместе со скобкой наверх, что требуется по ходу работы. Под гирю подводят, так сказать,

[1] Оказывается предпочтительным поставить гайки, расположенные не по главным вертикальным плоскостям симметрии, но примерно под 45° к ним.

катаракт (глушитель колебаний), — ведро, наполненное старым цилиндровым маслом или даже смесью масла с тавотом. Длину нити при этом нужно подогнать так, чтобы гиря почти вся ушла в масло. Можно считать выгодным то обстоятельство, что контур гири по поверхности масла таким образом получится небольшим и гиря не будет реагировать на колыхание поверхности («зеркала») масла. Заметим, что при возникающей надобности снимать гирю с отвеса, не следует класть ее «куда попало»; ибо она сильно замасливается густым маслом, которое причиняет неудобство. Лучше всего подвесить ее над ведром. Для этого нужно продеть какой-нибудь стержень сквозь ушко гири и положить его на края ведра, чтобы гиря висела посредине. Ведро с маслом обычно устанавливается на деревянных досках на дне фундаментной рамы; вместо досок можно также еще воспользоваться канатом, окрутив им ведро и образовав как бы большую глыбу каната на дне фундаментной рамы.



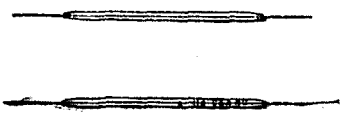
Фиг. 82.



Фиг. 83.

Укрепление нити сверху цилиндра производится при помощи скобки и собачки. Скобкой в данном случае называется железная полоска, поперечного размера около 25×10 *мм*, которая забивается вверху цилиндра в виде перекладины (фиг. 81 и 82). Приблизительно по середине скобки просверлено отверстие около 8 *мм* диаметром. Торцы скобки спилены несколько косо (лучше если по конусу), при том так, чтобы легкими ударами ручника можно было довольно надежно засадить скобку в верхнюю часть втулки цилиндра. Проволока отвеса прикрепляется не к скобке, а к «собачке». Последняя перекрывает отверстие скобки, и проволока, прикрепленная к ней, пропускается сквозь отверстие скобки, не задевая его.

«Собачка» [1] представляет собой небольшую изогнутую железную полоску, (фиг. 83). Ее нужно выполнить более или менее чисто, чтобы площадки прилегания ее торцов к скобке были побольше; острые края их должны быть опилены, в противном случае собачка будет как бы въедаться в поверхность скобки и при легких постукиваниях совсем не трогаться с места, а при ударах посильнее сразу сдвигаться слишком сильно и, следовательно, правильная установка станет затруднительной. Собачку типа фиг. 83 можно просто вырезать ножевкой из обрезка $^3/_4''$ или $1''$ газовой трубы. Поверхность скобки в месте установки собачки также должна быть гладкой. Для укрепления проволоки к собачке, в последней просверливают маленькие отверстия и одно из них приблизительно центрально. Конец проволоки просовывают снизу через центральное отверстие и для укрепления заматывают, проводя сквозь остальные отверстия, и притом так, чтобы нигде не получалось касания с нитью отвеса, выпущенной из центрального отверстия. Центральное отверстие собачки делается очень малым, например, меньше 1 *мм* диаметром, но, в сущности, в этом серьезной надобности нет: можно просверлить отверстие и не очень маленькое, но сделать зарубку по краю дыры сверху при помощи острого зубила (фиг. 83); если при этом проволоку отвеса проложить по этой зарубке, то положение ее будет вполне определенным.



Фиг. 84.

Для производства необходимых измерений пользуются стержневым шаблоном. Он приготовляется из 4 — 5 *мм* проволоки в виде легкого железного стерженька, длиной почти равного радиусу рабочего цилиндра (фиг. 84).

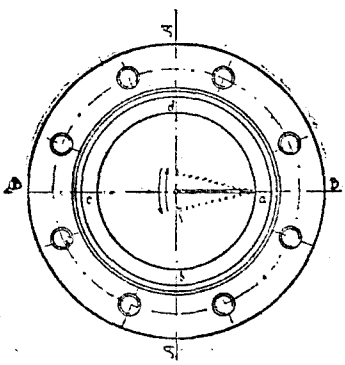
---

[1] Название «собачка» в данном случае не характерно; было бы правильнее это приспособление назвать также скобкой.

Закруглить кончики шаблона удобно на точильном камне, упирая шаблон наклонно в поверхность вращающегося камня и быстро вращая при этом его между пальцами.

Из дальнейшего ясно, что нам необходимо иметь возможность с большой точностью подгонять длину шаблона к величине немного большей, чем $\frac{D-d}{2}$, где D — диаметр цилиндра, d — диаметр проволоки отвеса. Когда требуется немного удлинить шаблон, кладут его на металлическую плоскость и ударяют по нему сбоку ручником так, чтобы получались выбоины (фиг. 76); при этом, конечно, наносят удары с различных сторон шаблона. Таким образом получается удлинение шаблона. Когда же нужно немного укоротить его, ударяют слегка концом его по металлу (как копьем), или же просто проводят им несколько раз по обработанной металлической поверхности (как чертилкой).

После всех описанных заготовительных работ и установления отвеса согласно фиг. 81 прежде всего стараются достигнуть, чтобы проволока стала центрально в верхнем конце цилиндра. Для этого выбирают четыре симметрических точки на внутренней поверхности вверху цилиндра (фиг. 85), и прикасают конец шаблона рукой, — положим, начиная с точки a, попеременно ко всем четырем точкам. Рационально выбрать эти четыре положения приблизительно по главным плоскостям симметрии машины. Далее, нужно быстро колебать шаблон около этой точки прикосновения, как около центра (фиг. 85). Колеблют шаблон плоско, в плоскости, лежащей сначала под некоторым небольшим углом к горизонту. По мере производства колебательных движений медленно изменяют наклон плоскости колебания так, что угол оказывается то меньше, то больше 0° к горизонту (фиг. 81). Понятно, что, когда этот угол равен 0°, шаблон должен давать наиболее сильное задевание за проволоку отвеса, если только он вообще достаточно длинен, чтобы задевать за нее. Заметим, что от уменья хорошо колебать шаблон сильно зависит точность результата измерения. В то же время другой рукой (обычно левой) прикасаются к проволочке чуть-чуть пониже скобки и собачки таким образом, чтобы проволочка проходила между двумя пальцами, напр., указательным и средним при обращенной кверху ладони. Прикосновение пальцев должно быть как только возможно «легким», т. е. без всяких нажимов, чтобы не получалось при этом никаких сдвигов нити отвеса от ее естественного вертикального положения. Малейшее задевание кончика шаблона за нить отвеса легко прощупывается пальцами. Тот же опыт производят и при диаметрально противоположном положении шаблона, затем аналогично и в двух на-крест лежащих положениях a, b, c, d (фиг. 85). Требуется установить собачку так, чтобы во всех четырех промерах задевание шаблона за проволочку отвеса прощупывалось одинаково. При этом по выяснении надобности собачку пододвигают в нужном направлении при помощи наносимых ей легких ударов сбоку чем-нибудь металлическим, напр., хотя бы шаблоном. [1] В целях получения наиболее точного результата, следует не пожалеть времени на эти измерения и установку. Допустим, что в четырех положениях шаблона достигли одинаковое задевание им нити отвеса. Это уже хорошо, но надо пойти дальше — попробовать укоротить шаблон, затем снова произвести те же 4 промера; опять найти наилучшее положение собачки, потом еще укоротить шаблон и т. д. Дело в том, что описываемый способ особенно точен и чувствителен именно при самом слабом задевании шаблона за нить.



Фиг. 85.

[1] В виду некоторой трудности достаточно точно передвигать собачку, следовало бы рекомендовать более сложную систему с микрометрической установкой точки привеса нити.

Следует также иметь в виду, что чувствительность пальцев рук и сосредоточенность внимания, повидимому, способны быстро повышаться, а именно нередко бывает, что первоначально совершенно незаметное задевание шаблона за нить после каких-нибудь 4 минут работы становится вполне заметным. Однако, с другой стороны, в дальнейшем, вследствие наступающего утомления человека, чувствительность его рук снова понижается.

Очевидно, что, если шаблон был слишком укорочен и перестал трогать нить, то его нужно немного удлинить указанным способом.

Далее, когда достигнуто, что вверху цилиндра проволока отвеса висит правильно, т. е. посередине, то один рабочий остается наверху для прощупывания по проволоке между пальцами изучаемых задеваний шаблона о нее, другой же колеблет шаблон по предыдущему, упирая во внутренние стенки цилиндра, выбрав на этот раз четыре симметричных точки недалеко от нижнего края его. Цилиндр можно считать поставленным правильно, когда промеры, произведенные шаблонами внизу, докажут срединное положение нити при таковом же положении наверху.

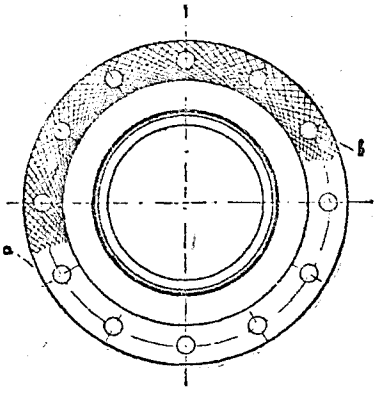
Допустим, что мы обнаружили некоторую неправильность положения цилиндра. Качественно направление уклона цилиндра от вертикального положения является вполне очевидным в каждом частном случае. Однако желательно еще, в целях выяснения степени необходимого опиливания, прибегнуть к следующему способу количественного определения величины отклонения цилиндра от вертикального положения: с той стороны нижнего края цилиндра, где шаблон совсем не достал нити отвеса, мы можем подложить под него одну, две, три и т. д., словом, сколько потребуется, бумажных подкладок, около 0,15 *мм* толщиной, чтобы получилось одинаковое задевание нити отвеса в каждых двух диаметрально противоположных положениях шаблона. При желании можно воспользоваться для большей точности газетной и даже папиросной бумагой, толщина которых значительно меньше 0,15 *мм*. Практически встречаются в данном измерении следующие градации необходимых толщин: от «полбумаги», до «четырех бумаг». «Полбумаги» — это уже хорошо, цилиндр почти пригнан, «две бумаги» — совершенно неудовлетворительно и т. д.

Заметим в дополнение к сказанному, что в тот период работы, пока цилиндр стоит еще совсем неверно, все измерения может производить один рабочий, а именно: установив проволоку отвеса правильно наверху, он переходит вниз и производит описанные колебательные движения шаблоном, выясняя задевание его за нить: указывается, что при грубой неточности в положении цилиндра задевания шаблона за проволоку настолько значительны, что вполне видны и также слышны; кроме того можно указать, что рука, колеблющая шаблон, тоже до некоторой степени чувствует задевание; наконец, в первые периоды работы не исключается возможность и непосредственного, без производства колебательных движений, видения, достает или не достает шаблон нити. Если цилиндр очень короткий и не очень малого диаметра, то все промеры вполне удобно с точностью произвести одному рабочему самостоятельно: в таком случае для измерений у нижнего края, оставаясь наверху, рабочий протягивает руку с шаблоном в нижнюю область цилиндра, а другой рукой щупает нить под самой скобкой по предыдущему. Если цилиндр очень малого диаметра, как то бывает у цилиндров высокого давления компрессоров, то описанный способ промеров должен быть видоизменен вследствие крайней тесноты пространства внутри цилиндра, а именно, вместо того, чтобы шаблон держать непосредственно в руке, его подвешивают на тонкой проволочке за середину и опускают на ней в цилиндр. Держа шаблон на проволочке и управляя им при помощи ее, дают ему совершенно такие же колебательные движения, как было описано, и опять же сперва наверху цилиндра для установки собачки, а затем внизу собственно для выверки цилиндра. Задевания шаблона или отсутствие их в данных условиях прощупывает рука, держащая проволочку.

Понятно, что этот способ менее удобен и менее точен, чем предыдущий, нормальный, поэтому, если имеется хоть какая-нибудь к тому возможность, лучше работать по ранее описанному.

В заключение укажем, что, благодаря весьма высокой чувствительности и точности описанного выше «нормального» способа, попутно удается выверить и самую поверхность цилиндра: именно, способом легко обнаружить хотя бы ничтожнейшую овальность или коничность поверхности цилиндра.

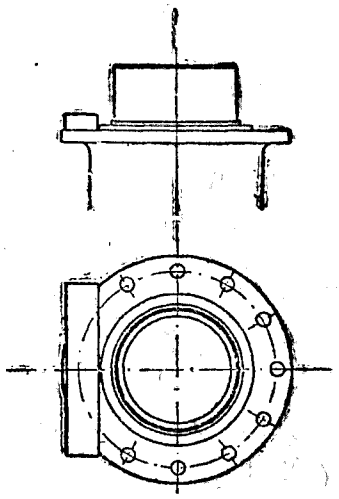
Параллельно с промерами шаблоном прибегают еще к прощупыванию щупом плотности лежания цилиндра на станине; при этом цилиндр не должен быть притянут гайками. Результаты промеров шаблоном и щупом отмечаются мелом. Кроме того дает свои указания краска, отпечатавшаяся на фланце цилиндра от намазанной поверхности станины.



Фиг. 86.

Руководствуясь этими троеобразными отметками, снятый со станины цилиндр опиливают, стараясь угадать степень и характер опиливания. Равносильно по возникновении надобности и главным образом к концу работы пригонки прибегают и к шабрению. При этом для удобства приходится перевернуть цилиндр вниз головой, поставив его на шпильки, чтобы к фланцу, подлежащему обработке, был удобный доступ.

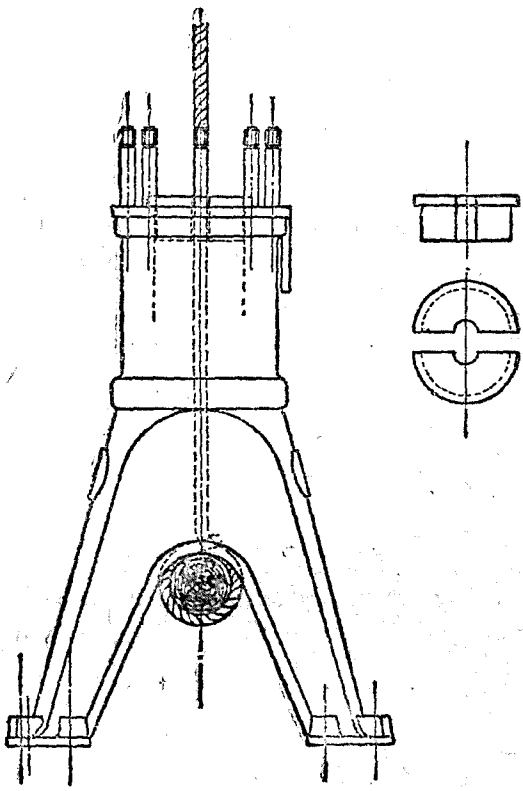
Работа опиливания фланца цилиндра признается одной из самых тяжелых в сборочной мастерской. Дело в том, что часто цилиндр отливается из остуделного чугуна или даже из стали. Остуделный чугун сравнительно тверд и потому приходится постоянно менять напильники в работе. Безусловно не следует допускать работу брусовкой, как слишком грубую для данного случая. Лучше всего воспользоваться не особенно большой квадратной пилой с крупной насечкой (надо сказать, что последняя, повидимому, вообще является самой работоспособной пилой из всех пил и к тому же не исключает точной работы).


Фиг. 87.

Можно указать на следующую практическую особенность работы припиливания фланцев: по первому впечатлению казалось бы, что за каждый раз, при опиливании после промеров, нужно снимать материал почти со всей поверхности фланца, при чем с одной стороны его брать побольше, постепенно сходя на-нет к противоположной стороне и лишь на незначительном участке совсем не трогать материала пилой. Так, повидимому, требует и геометрия. Однако на практике подобный способ работы дает плохие результаты: уходит много времени, образуются «лысины» [1] и в конечном счете спиливается слишком много материала. Выгоднее всегда опиливать только полокружности с той стороны, с которой нужно, и лишь отчасти учитывать требуемую по существу неравномерность количества спиливаемого материала (фиг. 86), где штрихом показана область очередного опиливания фланца. Практика показала, что нет основания опасаться, что в результате подобной работы цилиндр непременно будет становиться на места *a* и *b* фланца, ибо, во-первых, за одно пиление берут не так много материала, чтобы получилось указанное нежелательное явление в резкой степени, во-вторых, вообще высказанное геометрическое соображение в данном случае несколько неосновательно вследствие недоказанности, что мы имеем дело с плоскостями в строгом смысле, а не с более или менее изогнутыми поверхностями

[1] «Лысина» — место, где краска станины не отмечается.

в самом начале. Наконец, указанное нежелательное явление, если бы оно и произошло, могло бы быть легко устранено в следующем по очереди опиливании. Полагая в основу опиливания фланцев упомянутое правило, кроме того, конечно, нужно руководствоваться показаниями краски. Затем, можно рекомендовать еще пользоваться длинной образцовой плиткой, намазанной краской (фиг. 87), при помощи которой проверяется плоскость фланца. Для этого намазанную краской плитку водят по поверхности его. Наконец, применяют для проверки же плоскости маленькую линейку, а именно: положив последнюю ребром, а с противоположной от себя стороны подведя свет, смотрят, насколько плотно она ложится, и таким образом проверяют правильность обрабатываемой поверхности. Пилить фланец цилиндра вообще нужно очень осторожно, ибо деталь — ответственная.[1] Ради осторожности лучше всего пораньше перейти к шабрению. Можно считать своевременным начать шабрить с такого момента, когда цилиндр пригнан с точностью до «$^1/_2$ — 1 бумаги» (см. выше). Около этого же времени желательно начать производить промеры при закрепленном на четырех гайках цилиндре.



Фиг. 88.

Работа шабрения по показаниям краски производится плоским, не очень широким шабром и скоро приводит к тому, что краска будет хорошо брать поверхности; тут-то и выясняются «лысины» — целые области, где краска совсем не берет. «Лысины» вообще — результат плохой работы, при чем особенно неприятно, если «лысина» образовалась как-раз с той стороны, где не нужно больше шабрить, — это сильно задержит работу.

Цилиндры, как сказано, представляют собой весьма ответственную деталь двигателя и не имеют чрезмерного избытка поверхности лежания; поэтому пришабривание должно быть проведено старательно.[2] Рекомендуют после окончания пришабривания пройти поверхность фланца шлифной пилой, чтобы сбить мелкие неровности и ссадины, остающиеся после работы шабром.

В итоге можем сказать, что пригонка цилиндра вообще должна быть отнесена к сравнительно трудным работам сборки как в отношении утомительности ее, так и предъявляемых требований к квалификации сборщика.

Что касается цилиндров, отлитых вместе, «в блоке», по два и более, то прежде всего они должны быть правильно расточены, ибо иначе никакая пригонка не даст вертикального положения обоих цилиндров одновременно. Тем не менее при монтаже блокированных цилиндров безусловно желательно произвести основные промеры отвесом во всех цилиндрах.

---

[1] Дальнейшие подробности пиления подобных фланцев читатель найдет ниже, в главе «опиливание и напильники».

[2] Можно думать, что хорошая пригонка поверхностей лежания понижает вероятность развинчивания крепительных гаек на ходу машины.

Далее, некоторые особенности пригонки представляют ныне распространяющиеся типы цилиндров, имеющие кроме фланцевой поверхности лежания еще и с боков плоскости взаимного прилегания. При этой конструкции сперва нужно вполне пригнать главные горизонтальные поверхности лежания и только после этого приступить к припиливанию и пришабриванию по краске боковых поверхностей. Таким образом мы видим, что допускается установка цилиндров без зазоров между боковыми плоскостями; дело в том, что в виду применяемого водяного охлаждения нет никаких оснований ожидать нагревания низов цилиндра, могущего вызвать значительные тепловые деформации.

А-образные станины-цилиндры стационарного типа. Для стационарной машины является типичной конструкция в виде А-образной станины-цилиндра (фиг. 1).

Монтаж подобной конструкции производится совершенно аналогично монтажу рабочего цилиндра судового типа. Точно так же и предъявляемые требования к сборке в общем равнозначущи предыдущим. Подобно тому как у отдельного цилиндра приходится припиливать фланец, у А-образной станины припиливают подошвы ее ног по краске и при помощи плиток. Припиливание уточняют последующим шабрением. Промеры по оси производят вполне по описанному выше.

Укажем на незначительные особенности работ. Подъем краном А-образной станины производится при посредстве бревна,[1] которое закладывается между ногами станины: пропустив строп внутрь цилиндра захватывают им за бревно, причем при выходе канат пропускают для центрирования сквозь заложенные лекальные деревянные обрубки (фиг. 88); для подъема станины вверх ногами пользуются теми же приспособлениями. Чтобы повалить ее на бок, перевернуть и пр., поступают по описанному для судового цилиндра; впрочем, в виду громоздкости детали, следует рекомендовать соблюдение большей осторожности.

Для производства работ по опиливанию и шабрению является выгодным, в виду значительной высоты конструкции, опустить цилиндр вниз головой в сухую канаву сборочной мастерской, или какой-либо специально заготовленный колодец.

Окончательная установка цилиндров и станины.

Отверстия цилиндров и станины, служащие для закрепления их, бывают значительно больше диаметром соответствующих шпилек; на этом основана возможность некоторых передвижек для окончательной установки этих деталей машины. После производства описанных работ по монтажу нам остается еще точно установить требуемое положение их, принять меры к зафиксированию положения «направляющими» шпильками, а также окончательно закрепить гайки.

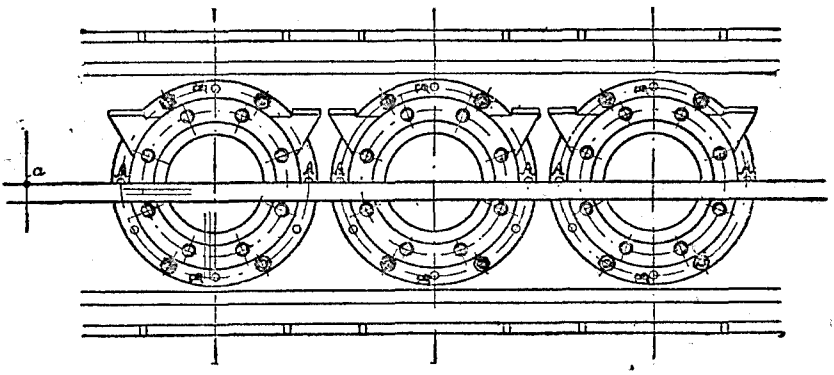
Мы сперва займемся судовым типом машины, считая, что после этого выверка положения А-образных станин станет ясна сама собой.

Каждый цилиндр по чертежу имеет две главных диаметральных плоскости: одна $A-A$, расположенная вдоль, другая $B-B$ — поперек машины (фиг. 85). Эти плоскости бывают размечены рисками на верхнем фланце цилиндра. Нужно так окончательно установить цилиндры, чтобы, во-первых, ось коленчатого вала легла в плоскости $A-A$ любого цилиндра, а следовательно, эти плоскости всех цилиндров геометрически совпали бы между собой, во-вторых, плоскости $B-B$ каждого из цилиндров заняли бы по возможности срединное положение, считая по соответствующим шейкам коленчатого вала. Что же касается станины судового типа, то для нее нужно найти наивыгоднейшее положение на фундаментной раме, при котором лучше всего могли быть выполнены указанные требования, предъявляемые к положению цилиндров.

Для соблюдения известного порядка в работе мы наметим следующую схему действий: во-первых, закрепим цилиндры к станине, примерно, на 4 гайки каждый, и произведем указанные ниже необходимые промеры, после чего ударами

[1] Это представляет обычный прием при поднимании некоторых деталей, напр., также и станины судового типа.

кувалды подвинем станину в наивыгоднейшее ее положение; во-вторых, закрепив станину к фундаментной раме и отпустив [1] гайки цилиндров, установим последние при помощи ударов свинцовой кувалды в правильное положение согласно данным соответствующих промеров. Проверка положения плоскостей $A-A$ и $B-B$ производится следующим образом: кладут большую линейку плашмя на верхние фланцы цилиндров, как показано на фиг. 89 в плане, причем требуется достигнуть, чтобы все риски $A-A$ оказались совпадающими с краем линейки и чтобы в то же время соблюдалась параллельность кромки линейки к оси коленчатого вала. Для этого с концов линейки (кружок a на фиг. 89) опускают отвесы с грузиками типа фиг. 67, весом каждый около $1^1/_2 - 2$ *кг* [2] и стараются добиться того, чтобы линии обоих отвесов геометрически пересекали ось вала. Как это сделать? Если вал пустотелый, то пропустив шелковую нить по его оси, легко и удобно разрешаем вопрос. Далее, если наши отвесы могут быть опущены около конечных торцов вала, тогда тоже вопрос не представляет затруднений, ибо торцы центрированы. Если же ни то, ни другое условия не имеют



Фиг. 89.

места, то дело обстоит немного сложнее: можно предложить в последнем случае разметить центры по оси вала на двух плоскостях внутри щек его, выбрав притом щеки по возможности вблизи противоположных концов вала. [3] Ясно, что та же центровка двух щек могла бы быть выполнена и заранее на станке или разметочном столе. Далее, укажем на особый, правда по существу едва ли безупречный прием выверки положения нашего отвеса относительно вала: доведем кончик острия отвеса до касания с выступающим в конце машины валом; намажем здесь вал краской; заставим качаться отвес, как маятник в плоскости перпендикулярной оси вала, — тогда острие отвеса вычертит на поверхности вала линии; эти линии нужно разделить пополам и, приняв во внимание арифметически средний результат, провести маленькую поперечную им черту чертильным шилом. После этого, подтянув отвес чуть-чуть вверх, чтобы касание его о вал прекратилось, выясним, насколько точно висит успокоившийся отвес над проведенной нами черточкой. [4] Существуют, конечно, и другие способы установления правильного положения диаметральной плоскости цилиндров, а также возможности специального приспособления.

---

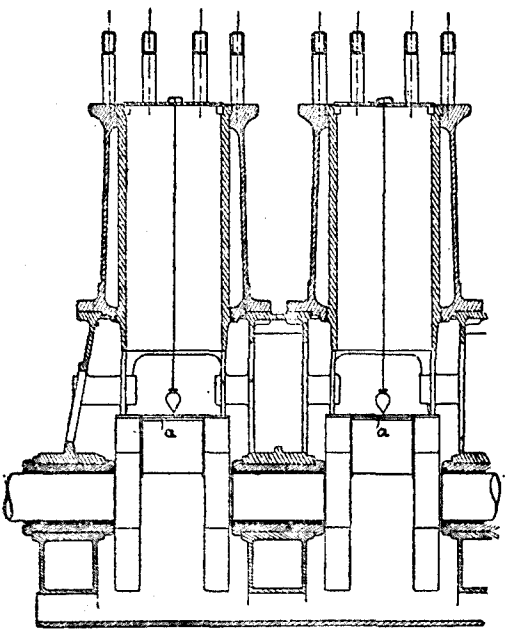
[1] В виду достаточной тяжести цилиндров и станины в данном случае оказывается возможным при желании сделать исключение и вопреки общему правильному способу перемещать деталь без всякого закрепления гаек.

[2] Если для отвеса применена стальная проволока, то в месте перегиба вокруг линейки ее нужно аккуратно загнуть под прямым углом, чтобы она хорошо легла по кромке линейки и могла таким образом представлять ту вертикаль, которая в данном случае требуется.

[3] Напр., заставляют вал вращаться, при чем по намеленой плоскости щеки вблизи положения оси вала чертят острием неподвижно закрепленного рисмуса. Таким образом получается маленькая окружность, у которой не трудно найти и самый центр.

[4] Желательно при этом, тем или другим образом, напр., прибегнув к установке одной щеки вала по пузырьковому уровню, заметить положение вала, при котором проведена указанная черточка, чтобы впоследствии это положение всегда можно было восстановить.

Таким образом в конце концов достигают, чтобы указанная кромка линейки и ось вала попали в одну вертикальную плоскость с достаточной для практики точностью. Главнейшим мотивом для исполнения описанной работы по возможности точно является получающееся от этого облегчение дальнейших работ по постановке кронштейнов распределительного валика и пр. согласно чертежа. Чтобы выполнить поставленные требования относительно плоскостей $B-B$ цилиндров, опускают по осям их отвесы, как показано на фиг. 90. Между буртиками мотылевой шейки вала забивают скобку a, сделанную из железной полосы со срезанными несколько косо концами для более удобного забивания; при этом ровно по середине скобки должна быть проведена поперечная риска. Вал поворачивают в положение, при котором шейка мотыля становится в свое наивысшее положение, и опускают отвес так, чтобы острие его очень близко подходило к скобке (фиг. 90). Тогда легко промерить, насколько острие отвеса отклонено от середины мотыля, что и характеризует отклонение плоскости $B-B$ цилиндра от требуемого для нее в лучшем случае срединного положения.



Фиг. 90.

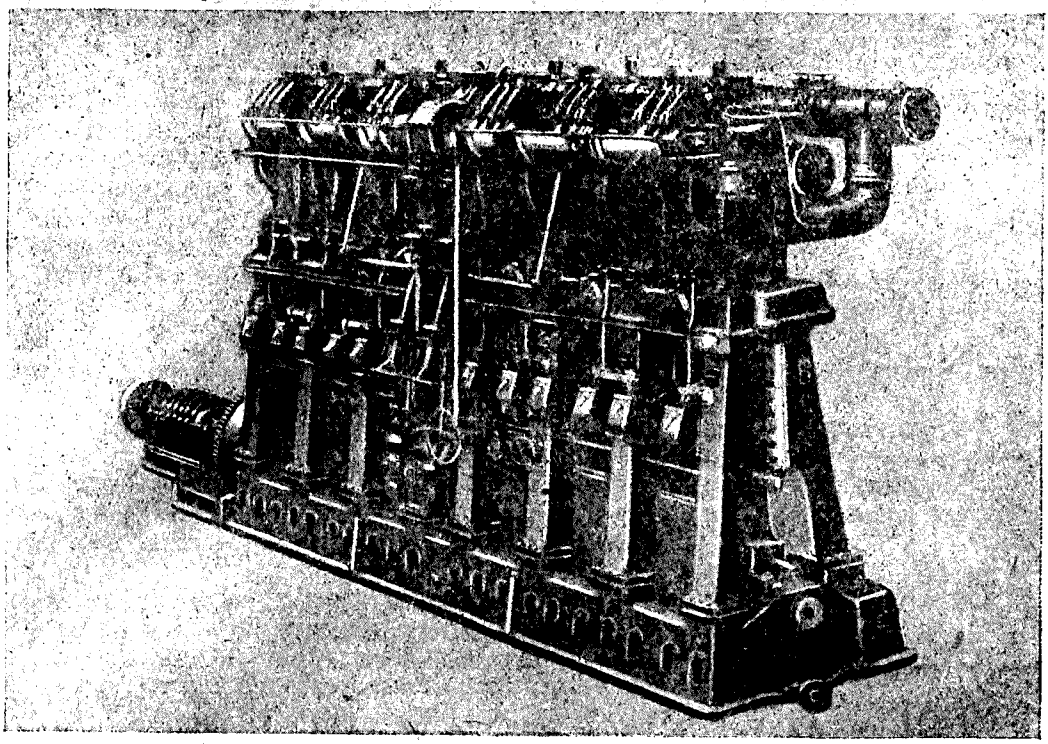
Руководствуясь найденными неточностями положения передвигают, как сказано, ударами тяжелой свинцовой кувалды прежде всего станину в ее наивыгоднейшее положение, а затем поправляют также и отдельные цилиндры,[1] причем станина и все прочие цилиндры должны быть слабо закреплены. В общем не требуется особой точности постановки цилиндров относительно плоскостей $B-B$, но обычно довольствуются лишь достижением некоторого наилучшего положения: для судовых машин допускают отклонение в 1 и даже 1,5 *мм*, стационарные же станины-цилиндры устанавливают точнее. Допущенная погрешность замечается, и согласно ее величины опиливаются торцы вкладышей шатунов. Не трудно сообразить, что вообще выгоднее сперва установить оба крайних цилиндра-машины, и лишь после этого перейти ко всем остальным; при такой последовательности облегчается установка линейки для промеров по рискам $A-A$ и пр. Заметим еще, что, практически, промеры и передвижения для установки по плоскостям $A-A$ и $B-B$ не следует производить раздельно, но совместно, имея в виду экономию в работе.

Особое внимание нужно обратить на точную установку цилиндра, ближайшего к вертикальному валику, у которого имеются шестерни. Лучше всего непосредственно примерить вертикальный валик и выверить главнейшие размеры от него до приливов цилиндра, чтобы не случилось потом слишком больших отступлений от размеров по чертежу.

Наконец, после завершения всех этих работ остается зафиксировать (заметить) правильное положение станины и цилиндров при помощи постановки направляющих шпилек и также окончательно закрепить станины и цилиндры гайками. Закрепление это производят очень плотно: а именно «от железного молота» — цилиндры и А-образные станины, и «от свинцовой кувалды» — станины судового типа.

---

[1] Нередко бывает, что цилиндры судового типа по конструкции не допускают этих перемещений, имея направляющий буртик.



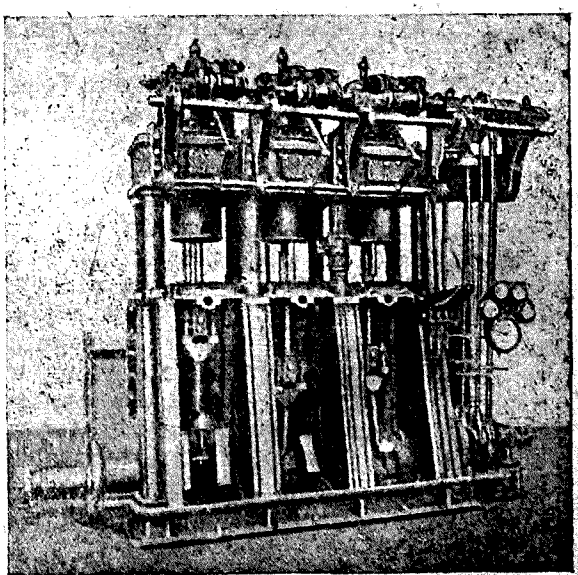
Фиг. 91.

Колонки станин.

В некоторых конструкциях двигателей Дизеля станина бывает заменена полностью или отчасти колонками. Колонки вообще бывают либо отлитые, либо в виде стальных точеных стоек (фиг. 3, 91 и 92, из которых 92 относится к конструкции известной фирмы «Nederlandsche Fabrik»). Сборка отлитых колонок вообще вполне подобна сборке цельных станин и А-образных станин-цилиндров. Их пришабривают по плитке и краске и проверяют установку при помощи линейки, отвеса, уровня и пр.

Еще более редки конструкции станин судовых дизелей в форме стальных листовых рам (конструкция завода Виккерс).

Колонками в нестрогом смысле слова могут быть названы часто встречающиеся у судовых станин большие стяжные болты, проходящие сквозь станины и скрепляющие их с фундаментной рамой, а иногда к тому же стягивающие и цилиндры. При сборке подобные болты представляют мало интересных особенностей. Тем не менее считаем нелишним отметить следующее: в виду больших размеров и ответственной роли, иногда при



Фиг. 92.

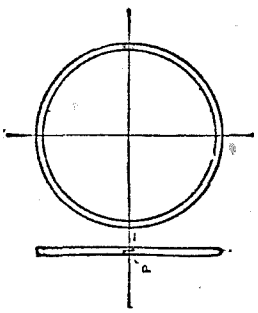
постановке их прибегают к шабрению площадок под шайбы или гайки для их правильного прилегания; это необходимо сделать в особенности в том случае, если имеем дело с конструкцией, при которой одна половина гайки лежит на фланце одного цилиндра, другая — на фланце другого. Во избежание повреждений нарезки верхних концов колонок при многочисленных надеваниях на них станины, можно пользоваться специально навинчиваемыми шапочками.

Кроме упомянутых крупных колонок, конечно, машина имеет не мало и других более мелких, нередко называемых головками. Последние в большинстве случаев ставятся на место без индивидуальной пригонки.

Монтаж поршней. Набивочные кольца. Масловодители и пр.

Монтаж поршней мы начинаем с описания более мелких работ монтажа.

Мы знаем, что поршень дизеля в своей головной части имеет 4 — 6 уплотняющих колец (и нередко еще одно кольцо в направляющей части), которые обычно изготовляются из чугуна с твердостью несколько меньшей, чем стенки цилиндра.



Фиг. 93.

Является весьма желательным, чтобы производство набивочных колец поршней было поставлено возможно тщательно, с точной отшлифовкой плоских поверхностей колец [1] и по системе допусков. В противном случае придется затрачивать слишком много времени на шабрение их по плитке в сборочной мастерской. Тем не менее перед постановкой на место нужно проверить кольца в отношении их плоских поверхностей, для чего нет необходимости непременно надевать их, но достаточно вставить край в канавку поршня и как бы прокатить окружность кольца по окружности канавки.

Вместо пиления и шабрения колец с успехом можно применять еще и способ обработки кольца опиливанием на листе тонкого наждачного полотна, наклеенного на правильную доску, путем простого притирания кольца к нему. Указанная работа по уменьшению ширины кольца впрочем требует некоторого навыка, так как во время притирки кольцо легко может быть перекошено и получить неодинаковую ширину.

Отметим, что при всех способах ручной обработки является нужным проверить получающуюся плоскостность кольца по образцовой плитке, намазанной краской.

После указанной обработки кольцо промывается керосином или, лучше, бензином.

Что касается величины долевого зазора колец, т. е. зазора по длине цилиндра, то для верхних колец он должен быть 0,1 — 0,15 *мм*, для нижних же, вообще говоря, меньше, но во всяком случае свободный ход их должен быть обеспечен. [2]

Затем, является необходимым опилить прорез *a* кольца (фиг. 93); это опиливание производят в том расчете, чтобы, когда кольцо будет поставлено в цилиндр, получался зазор в прорезе (стыке) не менее $^1/_{300}$ — $^1/_{250}$ диаметра цилиндра. Необходимость подобного зазора основывается на возникающем в работе тепловом расширении материала, так что на ходу машины, в сущности,

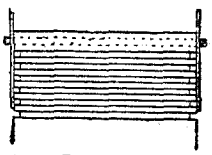
[1] Особенно целесообразно для этого применять специальный вертикальный шлифовальный станок с магнитным столом.

[2] Существует и противоположная точка зрения, некоторые сборщики считают, что верхние кольца нужно пригонять наиболее плотно, чтобы максимально предупредить возможность прорыва газов, которые могут сжечь масло на стенках цилиндра и поршня, вследствие чего получаются в работе задиры. Мы не присоединяемся к этой точке зрения. Считаем во всяком случае правильным, чтобы пригонка верхних колец производилась наиболее тщательно.

почти никакого зазора не остается. Для установления зазора кольцо вдвигают в данный цилиндр отдельно от поршня и, расположив правильно, пробуют небольшим специально изготовленным шаблоном, входит ли последний или нет между торцевыми площадками прореза *а*. Нужно опилить их настолько, чтобы шаблон плотно входил в зазор. Указанный шаблон приготовляется в виде маленького брусочка, толщиной по размеру зазора, — таким шаблоном может, служить, например, опиленный с двух сторон обыкновенный гвоздь.

Опиливание прореза колец производят небольшой плоской пилой, при этом конец кольца зажимают в красно-медных или свинцовых губках в тиски и для удобства работы распирают все кольцо деревянной палочкой. Опиленные надлежащим образом кольца связывают в пучки, прикрепив к каждому пучку бланк с указанием номера цилиндра во избежание перепутывания в ожидании окончательной постановки поршней.

Масловодителями поршня называются бронзовые покрышки торцов пальцев его, через которые подается смазочное масло в верхнюю головку шатуна. Одна сторона масловодителя ходит, как ползун, по поверхности цилиндра. Эту поверхность необходимо пригнать по краске к рабочей поверхности цилиндра. В виду незначительных давлений [1] на масловодитель допускают пригонку его одной только пилой, не прибегая к работе шабром. Кроме того обычно до окончательной постановки поршня приходится монтировать еще некоторые прочие мелкие детали: приспособления для охлаждения поршней, некоторые другие специальные приборы смазки поршневого пальца, наконец, индикаторное приспособление.



Фиг. 94.

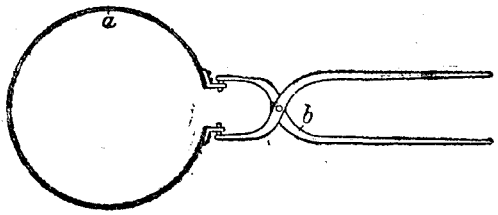
Самый поршень при правильной постановке машиностроения выпускается в сборку точно отшлифованным, при этом величины необходимых зазоров между рабочими поверхностями поршня и цилиндра, предусмотренные конструктором, бывают выполнены при механической обработке согласно указаниям чертежа. Таким образом в сборочной мастерской никакой дальнейшей обработки в этом смысле не требуется.

Зазор между стенками цилиндра и головной частью боковой поверхности поршня (т.-е. у его днища) бывает довольно значительный: 0,7 — 1 *мм* для поршней диаметра 250 — 350 *мм* при отсутствии охлаждения и 0,5 — 0,7 для поршней диаметром около 500 *мм* при охлаждении. В конструкции при этом предусматривается тепловое расширение поршня в его головной части во время его работы, тем не менее к рабочей поверхности цилиндра должны прилегать только кольца. Нижняя направляющая часть тронкового поршня обычно имеет зазор 0,25 — 0,40 *мм*. Если же изготовление поршней не первоклассное, то лучше иметь зазор порядка 0,5 — 0,6 *мм*.

Перед постановкой поршней в цилиндры необходимо промыть их керосином с рабочих поверхностей, а также очистить шатун и остальные детали от грязи. Мытье керосином, как всегда, производится при помощи смоченной тряпки с последующим обтиранием насухо. Далее, захватив поршень при помощи рыма, как видно на фиг. 43, или, как показано на фиг. 100, если поршень ступенчатый, приподнимают всю собранную систему — поршень, шатун и проч., или при крейцкопфной конструкции — поршень, шток, крейцкопф, шатун, обдувают 5-атмосферным воздухом и обильно смазывают поршень и пр. из масленки, растирая руками масло. При этом применяется специальное, так называемое, цилиндровое масло. Точно так же смазывают и рабочую поверхность цилиндра. Затем, надевают на поршень набивочные кольца и при соблюдении надлежащей чистоты их, в свою очередь, заливают маслом. Теперь необходимо снова опробовать каждое кольцо; требуется, чтобы оно могло достаточно свободно поворачиваться и пружинить в своем пазу. В случае обнаруженной туговатости какого-нибудь из про-

[1] Кроме случайных толчков давление оказывает только имеющаяся небольшая пружинка.

смотренных колец, в первую голову можно попытаться подобрать для него другой паз, случайно оказавшийся немного более просторным, а если нужно, то приступают к соответствующему пиленню и шабрению кольца по плитке с намазанной краской или также к обработке на наждачном полотне опять же с проверкой по плитке. Для надевания больших колец существуют специальные облегчающие работу приспособления, однако, и при постановке небольших колец полезно прибегнуть к металлическим пластинкам, по которым и перепустить кольцо до его места (см. фиг. 94). Далее медленно загружают поршень со всей системой в цилиндр, следя за тем, чтобы не зацепились кольца, и собирают и закрепляют нижнюю головку шатуна.[1]



Фиг. 95.

В случае большого размера поршней, продвижение поршневых колец в цилиндр без специальных приспособлений оказывается затруднительным. Для облегчения этого применяют разного рода обжимочные приспособления. На фиг. 95 показано одно из подобных приспособлений, представляющее упругий хомут a, надеваемый на поршневое кольцо и его обжимающий при помощи клещей b во время продвижения в цилиндр. Хомут на кольце располагают так, чтобы до момента упора хомута о плоскость фланца цилиндра поршневое кольцо уже было введено в цилиндр, чтобы при последующем разжатии клещей кольцо уже не отпускалось и было возможно перенести хомут на следующее кольцо и т. д.

О золотниках.

Большие золотники цилиндрические или плоские у дизелей встречаются, как составная часть продувочного устройства двухтактной конструкции.

При монтаже плоских золотников паровой машины допускают ставить их без пришабривания в расчете на то, что они притрутся в работе;[2] то же можно считать допустимым и при монтаже продувочного золотника дизеля, ибо этот золотник не является особо ответственной деталью этой машины. При монтировании же цилиндрических золотников мы можем в общих чертах руководствоваться сказанным при описании установки поршней.

Для установки распределения согласно золотниковой диаграммы можно прибегнуть к выяснению моментов открытия и закрытия при помощи сжатого воздуха низкого давления (напр., 5-атмосферного), как описано ниже, если конструкция закрытая,[3] при открытой же конструкции эти моменты, конечно, видимы глазом. Фазы рабочего поршня при этом определяются просто по масштабу, а если крышка цилиндра уже поставлена, то можно воспользоваться прутом, пропускаемым через одно из отверстий ее, как описано ниже.

---

[1] Считаем нелишним пополнить данные описания еще следующим: холодное густое цилиндровое масло заставляет сильно приставать поршни к цилиндрам, и, таким образом, когда мы поставим несколько поршней с шатунами на место, то убедимся, что вал как будто закрепляется и более не вращается, точно произошло заедание. Нужно учитывать это явление при сборке и заблаговременно озаботиться об усилении средств вращения вала; по крайней мере простой хомут может оказаться недостаточным и окажется необходимой буксовка. Если же буксовальное вало-поворотное приспособление предположено сделать на маховике (фиг. 102), то нужно заблаговременно поставить маховик, причем, в худшем случае, свертный маховик может быть временно закреплен и без шпонки, ибо иногда бывает временно достаточно и такого закрепления.

[2] Желательна взаимно-перпендикулярная прострожка трущихся плоскостей.

[3] В массовом или крупном серийном производстве оказывается выгодным при закрытой конструкции сделать опытовую разрезную золотниковую камеру — будь то цилиндр или коробка—и по ней устанавливать всю систему.

Все установки золотников, а также всех прочих кинематически связанных с коленчатым валом механизмов непременно производят при том направлении движения вала, на которое они рассчитаны. Это — общее правило, обеспечивающее соответствующее выбирание зазоров.

Крышки цилиндров. О клапанах. Сборка пружин клапанов.

Крышки рабочих цилиндров дизелей представляют довольно сложную коробчатую отливку; на них располагаются несколько клапанов, отводы, стойки рычагов и пр.

Крышки подаются на сборку в почти готовом виде, уже испытанные на давление, [1] — остается в общем только поставить соответствующие уплотняющие прокладки.

Клапаны доставляются в готовом виде с уже заранее иришлифованнымн тарелками.

Выхлопной клапан, подвергающийся нагреванию в работе, конструируется с устройством системы охлаждения его водой. Тарелка его, во избежание сильного коробления в работе, делается из никелевой стали с большим содержанием никеля (также из хромоникелевой), а иногда и из высокосортного чугуна, что, впрочем, дает в результате некоторую ненадежность в смысле прочности.

Фиг. 96.

Зазор между шпинделем и корпусом всасывающего и выхлопного клапана должен быть не менее 0,2 *мм*.

Обращаем внимание на то, что весьма хорошая уплотненность всех клапанов крышки цилиндра всасывающего, выхлопного, пускового, предохранительного и топливного имеет для хорошего хода дизеля весьма существенное значение, а обратное грозит расстройством работы двигателя и даже катастрофой в форме возможного взрыва.

Топливный клапан должен быть исполнен особо безукоризненно в отношении общей чистоты и плотности пришлифовки конца его иглы, изготовляемой из специального сорта твердой стали. Проверку точности пришлифовки иглы можно произвести следующим образом: конус ее покрывают сажей (или по его образующим проводят несколько карандашных штрихов), затем, не вращая, спокойно опускают на седло, тогда по стиранию сажи выяснится качество пришлифовки клапана. Игла, имеющая хотя бы минимальную кривизну, непригодна и требует дополнительной пришлифовки.

Для смазки иглы топливного клапана применяют один из сильно вязких сортов масла.

В зависимости от конструкции и прочих соображений для постановки клапанов в качестве прокладок применяются: медно-асбестовые кольца, асбестовые кольца (иногда сделанные из асбестового шнура [2]), клингерит и др. Впрочем за последнее время все чаще и чаще применяют для уплотнения гнезд клапанов медные кольца типа фиг. 96, а также во многих конструкциях сохранилось уплотнение беспрокладочное, путем притирки на конус. В случае сальникового типа уплотнения применяют набивку в виде асбестового шнура, или жгутика «экснельзиора» [3] (прорезиненный асбест). В конструкции топливного клапана вместо обычной пеньковой или асбестовой сальниковой набивки целесообразно применяется также специальное уплотнение, состоящее из особого лабиринтного набора баббитовых колец или также специальных расплющенных баббитовых колец. Иногда же, [4] как бы в подражание мягкой неметаллической набивке,

---

[1] Их опробывают гидравлически на 5 атм. для охлаждающей полости и на 50 атм. и больше для гнезд клапанов, в которых возможно подобное давление в работе машины.

[2] При работе с асбестовым шнуром удобно его иметь чуть-чуть сыроватым.

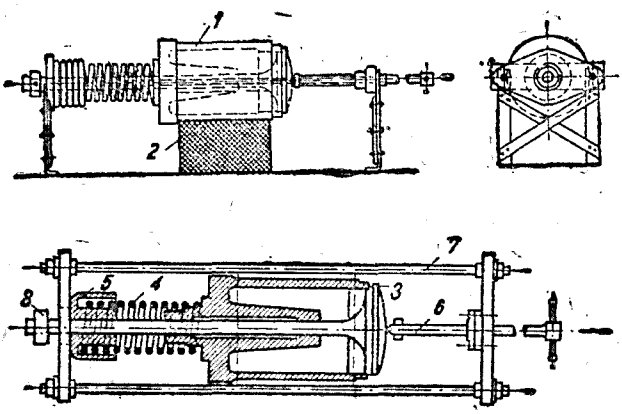
[3] Во избежание последующего прилипания эксцельзиорового шнура, его следует натереть перед постановкой графитом.

[4] Фенпль, Штромбек, Эберман. Быстроходные дизеля. 1928.

с успехом применяется набивка из металлических жгутиков, приготовленных из неломкой баббитовой или свинцовой проволоки. 20 — 25 тонких проволок сплетаются в жгут длиною в 300 *мм*, который навивается на иглу клапана; после смазки этой набивки негустым цилиндровым маслом, игла ставится на место, а набивка уплотняется ударами средней силы ручником по буксе (втулке) сальника или, лучше, специальным кольцевым грузом, падающим с высоты 15 — 20 *см*. Особенно хороший результат получается, если изготовить специальную вспомогательную иглу немного меньшего диаметра и на ней собрать сальник, а затем, вынув ее и заменив действительной иглой, с силой протащить последнюю сквозь собранный сальник.

У пускового клапана в конструкции часто применяется уплотнение стальными или чугунными самопружинящими набивочными кольцами. Наконец, в местах, не подвергающихся нагреванию, применяются также кожа, резина, пеньковая набивка и т. п.

Если же при монтаже клапанов приходится их собрать (или также почему-либо, напр., для смены тех или иных набивок—разобрать), то следует обратить внимание на некоторую опасность для работающего, которую представляют сильные пружины клапанов. Сборка вручную обычно производится при сжимании пружины ломом. Эта операция в своей примитивной форме неудобна и, как сказано, далеко не безопасна для работающего.



Фиг. 97.

На фиг. 97 показано рационализаторское приспособление для сборки клапанов дизелей, выработанное машинистом завода «Серп и Молот» в Москве. Гнездо клапана *1* кладется на деревянную подставку *2*, причем предварительно клапан *3*, пружина *4* и направляющая клапана 5 ставятся на свои места. Вращая винт *6* рамки *7* проталкивают хвост клапана на нужное расстояние, после чего навинчивают гайку *8*. Сборка клапана при таком приспособлении происходит легко и в значительной мере безопасно.

Поставив клапана на место, закрепляют их фланцы гайками при помощи обыкновенного гаечного ключа (т.-е. применяется сравнительно слабое закрепление). Монтаж остальных частей и арматуры крышки никаких существенных особенностей не представляет. Самые же крышки дизелей монтируются на асбестовом кольце для случая средних и больших машин и на клингеритовом — для мелких (требуется применять наилучший сорт клингерита) и также на медном, которому за последнее время начинают отдавать явное предпочтение, как хорошо уплотняющему и имеющему преимущество в эксплоатации. Можно сказать, что имеет почти исключительное применение следующая конструкция уплотнения крышки дизеля: цилиндр имеет на плоскости фланца втулки концентрическую канавку (паз) прямоугольного сечения (напр., фиг. 90 и 143) а крышка соответствующую кромку (гребень); в канавку цилиндра укладывается кольцо (или несколько колец) из хорошего асбеста, которое и прижимается кромкой крышки. Таким образом получается очень хорошее уплотнение. Отсюда ясно, что не требуется ни припиливания, ни пришабривания крышек к цилиндрам. Поверхность взаимного прикосновения цилиндра и его крышки получается небольшая, тем не менее закрепляют гайки очень сильно при помощи свинцового или даже железного молота, а в дальнейшем еще дотягивают уже на пробной работе машины. Теоретически признается, что подтянуть нужно крышку с такой

силой, которая бы несколько превосходила максимальную силу рабочего давления газов на крышку, достигающую величины десятков и даже сотен тонн. К сожалению, однако, желание получить надежное охлаждение циркулирующей водой заставляет конструктора назначать фланец втулки, может быть, без достаточно большого запаса прочности, поэтому иногда случается, что во время закрепления гаек крышки рабочие открывают фланец втулки. [1] Таким образом мы видим, что хотя закреплять крышки нужно и сильно, но вее же не забывая возможность указанного повреждения. Во избежание недоразумений, следует, как всегда, обращать внимание на резьбу шпилек: понятно, что для более крупной механической резьбы требуется большее усилие для надлежащего закрепления, чем для мелкой машинной.

Для забирания стропом крана крышек цилиндров использовываются специально сделанные гнезда, в которые заводятся рымы и за которые берут стропом. Можно также поставить скобки на шпильки клапанов и, в крайности, воспользоваться шпильками боковых фланцевых отверстий для прочистки.

Кронштейны, стойки, подпятники.

Плоскость лежания кронштейна на соответствующем приливе крупной детали чаще всего делается либо горизонтальной, либо вертикальной. В общем для сборщика приятнее иметь дело с горизонтальными поверхностями, ибо в этом случае кронштейн удобно поставить и привинтить, не прибегая к поддерживаниям и креплению струбцинками.

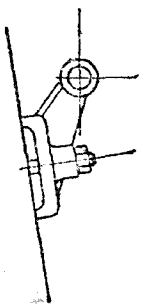
Кронштейны распределительного вала представляют может быть самый типичный пример монтажа кронштейнов. Они должны быть монтированы так, чтобы распределительный вал расположился горизонтально и, вообще, согласно чертежа; кроме того, специальным промером или, лучше, пробной постановкой, нужно выяснить, насколько удовлетворительно располагаются его главные шестерни. С самого начала работы следует примерить по месту распределительный вал и тогда легко выяснится необходимое положение кронштейнов. В случае надобности пользуются также большой линейкой. Таким образом план этой работы может быть принят следующий: после необходимых промеров и пробных постановок приступают к опиливанию по краске поверхностей лежания частей, причем, как всегда, предпочитают опиливать поверхность кронштейна, но не приливы крупной детали (обратное допускают только как исключение, когда это действительно необходимо); после этого, если нужно, переходят к пришабриванию; затем закрепив струбцинкой (не очень крепко) устанавливают кронштейн, подавая его ударами свинцовой кувалды в приблизительно правильное положение, и размечают места для сверления дыр под шпильки или болты; после постановки последних останется только окончательно выверить положение кронштейнов, закрепить их, поставить так называемые направляющие шпильки и подрубить края фланцев, или приливов, если получилось значительное несовпадение их и если, конечно, совпадение предусмотрено чертежом. Укажем теперь на один, упрощающий сборку кронштейнов прием; он применяется при монтаже кронштейнов распределительного вала, при условии, что они не слишком тяжелы и вал не слишком длинный: ставят кронштейны на свои места, кладут на них вал, надевают и не туго закрепляют крышки подшипников, далее, пользуясь краном, располагают вал правильно относительно машины, производя в то же время измерения при помощи уровня, большого кронциркуля и т. п., и, если это помогает, прибегая к некоторому креплению струбцинками и подкладками под фланцы; тогда не трудно будет определить необходимое опиливание фланцев.

Припиливание фланцев стоек, кронштейнов, подпятников и т. п. деталей производят с различной степенью плотности в зависимости от степени ответственности деталей; иногда прибегают и к шабрению. Вообще плотные прилегания,

[1] В этом смысле более дешевые цилиндры без всякой втулки имеют преимущество.

знаменуя доброкачественность сборки, способствуют долговечности машины. Как мы уже указывали, наиболее желательными по конструкции следует признать поверхности не особенно большие относительно возможной нагрузки и толчков, но хорошо пригнанные; далее надо сказать, что надежны и сравнительно большие поверхности прилегания, если даже они пригнаны не особенно тщательно. Для мало ответственных кронштейнов можно встретить в конструкциях прилегание прямо по «черному», т.-е. необработанному после литья металлу. В таком случае производят некоторое припиливание по мелу. Припиливание по мелу, в противоположность работе по краске, осуществляется так, что намеливают именно ту поверхность, которую пилят, причем места соприкосновения поверхностей видны благодаря происходящему стиранию мела; их-то и приходится спиливать. Сухой мел сам по себе мало засоряет пилы и таким образом не препятствует пилению. В общем по мелу пригонка получается менее точная, чем по краске.

В заключение упомянем о специальной конструкции прикрепления по «черному» металлу, применяемой в мало ответственных местах машины. Поверхность прилегания при этом дается по конструкции очень небольшая (фиг. 98), но, благодаря большому нажиму при креплении, материал мнется и, въевшись в «черную» (из-под литья) поверхность металла, осуществляет сравнительно плотное лежание. Означенная конструкция имеет кроме прочих, еще и тот недостаток, что при ней нельзя точно установить деталь.



Фиг. 98.

Монтаж стоек ничем по существу не отличается от монтажа кронштейнов, ибо сама стойка, вообще, мало чем отличается от кронштейна.

В большинстве случаев подпятники деталей дизеля приходится монтировать так, чтобы ось их вкладышей стала вертикально. Для установки прибегают к обыкновенному пузырьковому уровню и достигают горизонтальности верхней площадки иодпятника и его вкладыша. Ясно, что надо произвести промеры, по крайней мере, по двум на-крест лежащим направлениям. Припиливание фланца подпятника производится по краске. Желательно (но не обязательно) площадку прилива крупной детали предварительно опилить строго горизонтально, для чего пользуются плоской образцовой плиткой и скобкообразным напильником (этот напильник, фиг. 244, применяется в виду обычного для дизеля углубленного положения подпятников в общей отливке фундаментной рамы).

Окончательная установка и фиксирование положения подпятника производится согласно данных пробной установки соответствующего вертикального вала.

В общем монтирование подпятников является весьма несложной работой.

Кожухи, люковые крышки и щиты.

Если кожухи и люковые крышки являются опорой для какой-либо ответственной детали, напр., на кожухе имеется подшипник, то в таком случае они должны быть пригнаны со всей необходимой строгостью и притом необходимо поставить «направляющие» шпильки. Если же от люковой крышки или кожуха требуется только плотность закрытия, то не прибегают к припиливанию или пришабриванию, но пользуются теми или иными прокладками; таким образом обычно при постановке кожухов никакой специальной обработки их не требуется и в круг монтажных работ, главным образом, входят постановка многочисленных шпилек или шурупов для закрепления кожуха и подрубка краев фланцев для выполнения требований внешней красоты.

Иногда, в виду некоторого конструктивного несовершенства проекта, кожух кое-где подходит к необработанному («черному») месту; тогда приходится пригонку производить с оставлением зазора примерно в 1 *мм*, считая неправильным пригонять кожухи к «черному» плотно.

Кожухи на сборку доставляются с просверленными для крепления отверстиями. Обычно стараются поставить шпильки или шурупы в отверстиях весьма тесно; впрочем подобное требование является не более, как спортивным. Для осуществления его накладывают крышку или кожух на место установки и намечают местс шпильки сперва для одного отверстия; далее, поставив эту шпильку, снова накладывают крышку и закрепляют на поставленную одну шпильку гайкой; [1] таким образом оказывается удобным произвести хорошую разметку всех остальных мест, обводя контуры дыр на приливе детали чертильным шилом и намечая центры сверления и т. д. Еще удобнее воспользоваться кожухом, как кондуктором, после постановки одной или двух шпилек и закрепив его на них гайками.

Что касается подрубки, то рубят только выступающие края крупной детали, не трогая материала кожуха или крышки, хотя бы он и выступал где-нибудь. [2] Наложив крышку на свое место, обводят ее контур чертильным шилом и, таким образом, получают на приливе контур, по которому надо обрубить прилив.

Щиты обычно представляют собой тонкие железные листы, натянутые на рамки из полосового железа и приклепанные к ним. Считается целесообразным изготовление щитов производить при сборочной мастерской, руководствуясь действительным размерами машины. Лучше всего специализировать на этом деле отдельных слесарей, тогда, вследствие вырабатывающейся у них большой сноровки, щиты будут получаться красивого и законченного вида.

Сперва выполняют на-черно из полосы рамку щита, что представляет простейшую кузнечную работу; затем несколько опиливают ее или обрабатывают на наждачном круге. Ножницами или зубилом на особой плите грубо отрезают с небольшим запасом железный оксидированный лист. Далее, аккуратно растянув его по рамке и закрепив несколькими небольшими струбцинками, просверливают дыры для заклепок, положив лист на стол сверлильного станочка; после этого, не снимая струбцинок, ставят заклепки и т. д. Заканчивают изготовление щита опиливанием напильником или обтачиванием на наждачном круге рамки и выступающих краев железного листа до получения хорошего вида.

Валики, шестерни, пальцы, буксы, кулачные шайбы, рычаги, балансиры, серьги, тяги и т. п.

В а л и к и или валы монтируются с большей или меньшей тщательностью в зависимости от значительности той роли, которую они играют в машине. [3] Укажем, что со всей возможной тщательностью монтируются прежде всего распределительный горизонтальный вал и два вертикальных — передаточный и регуляторный. [4] Из них по ходу сборки, естественно, прежде всего монтируют вертикальный передаточный, ибо он является промежуточным между коленчатым и распределительным. Что касается специально регуляторного, то, в сущности его можно монтировать в различные периоды сборки, ибо он является независимым. Монтаж валов сводится, главным образом, к монтажу их подшипников.

Вертикальный передаточный, а равно и регуляторный, должны удовлетворять трем главным требованиям: во-первых, подшипники их должны быть хорошо пришабрены к ним по краске, во-вторых, валы должны быть монтиро-

---

[1] Заметим в пояснение, что кожухи и в особенности люковые крышки по их конструкции не особенно удобно придерживать струбцинками.

[2] На некоторых американских заводах во избежание подрубки приняли за правило проектировать кожухи, люковые крышки, основания всех кронштейнов, наконец, станины и пр. несколько большими, в отношении размеров площади прилегания, тех приливов, на которые они ложатся. Тогда подрубка становится совершенно ненужной.

[3] Монтаж главного коленчатого вала мы из этой главы исключаем.

[4] Иногда по конструкции эти два вертикальные вала заменяются только одним, выполняющим, таким образом, двойную роль.

ваны строго вертикально, в третьих, все шестерни их должны расположиться так, как нужно для правильной их работы.

Для удобства поднимания стропом от крана желательно, чтобы всякий более или менее тяжелый вертикальный вал имел на своем верхнем торце нарезанное гнездо, куда можно было бы ввинчивать рым *a* (см. фиг. 99), — это обеспечивает весьма удобное поднимание краном. Тем не менее не всегда подобное приспособление бывает предусмотрено конструктором. Спрашивается: как взять стропом, если вал с верхнего конца никаких приспособлений не имеет? Для этого имеется удовлетворительный способ: строп крана надевают сперва в виде аркана на вал, потом, сделав несколько выше оборот вокруг вала, заводят капат под него же, затем, снова — оборот и т. д., всего 3 — 4 оборота, что вместе с арканом представляет 4 или 5 обхватов (фиг. 100); практика показала, что применять меньшее число обхватов рискованно. Таким образом получается система самозатягивающаяся, а именно, чем сильнее мы тянем за канат, тем крепче затягиваются петли. Чтобы гарантировать себя все же от возможного выскальзывания и падения вала, нужно при первом поднимании проверить его, а именно: сильно подергать вниз; таким образом, если при этих условиях привязь выдержала, то имеется некоторая гарантия, что валик не упадет и в дальнейшем. На фиг. 100 кроме того видно, какие меры приняты для того, чтобы валик выравнялся и висел вертикально. Далее, можно указать, что для выполнения указанного захвата нужно взять канат сравнительно тонкий, лучше, если даже немного поношенный, не допуская масла и, в целях увеличения трения по металлу, подложить под канат наждачное полотно или наждачную бумагу. Укажем еще некоторые подробности: во-первых, все три витка обхвата нужно вывести, сохраняя одно и то же направление перегибов *a*, напр., хотя бы в соответствии с направлением винтовой линии обыкновенного буравчика (правым винтом); во-вторых, если напр., перегибы правые, то желательно, чтобы линии перехода *b* легли по левому винту и, стало быть, все обхваты сделаны также по левому направлению (и наоборот). Таким образом, достигается затяжка особо сильная.

Фиг. 99.

Фиг. 100.

Пришабривание подшипников и подпятника валиков производится вообще аналогично описанному для рамовых подшипников и их крышек, а именно: всегда принимают сперва предварительное пришабривание вкладышей, а потом уже, поставив их на место, доводят работу до конца. Заметим, что нередко вкладыш подпятника бывает цельный, а не из двух половинок. Такой вкладыш нужно шабрить с некоторой осторожностью, чтобы не получилось слишком большой слабины.

Вертикальность валика выверяется прикладыванием квадратного уровня, показанного на фиг. 51, имеющего продольную впадину в виде входящего двугранного угла для более удобного прикладывания к валику. Легко понять, что уровень нужно приложить попеременно со всех четырех сторон, чтобы получился сколько-нибудь надежный результат.

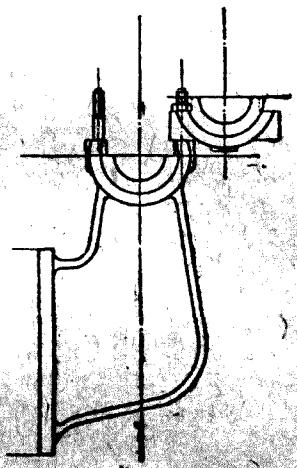
Особенно существенно для валиков двигателя выполнить их установку так, чтобы все шестерни расположились вполне правильно (о шестернях подробнее см. ниже). Таким образом, вертикальный передаточный валик монтируется в следующем порядке: во-первых, производят предварительное пришабривание вкладыша подпятника (самый подпятник предполагается уже припиленным к соответствующему приливу), во-вторых, поставив валик на место, поддерживая его вертикальным и руководствуясь взаимоположением нижних шестерней, находят и замечают надлежащее положение подпятника и заканчивают работы с нижней шестерней валика, в-третьих, пришабривают все подшипники, выполнив требование общей вертикальности валика.

Регуляторный валик, конечно, монтируется вполне одинаково с вертикальным передаточным.

Упомянем теперь о шариковых подшипниках и подпятниках, применяемых для регуляторного валика. Шариковые подшипники всегда доставляются в готовом виде и поэтому их постановка никаких особых сборочных работ не предполагает. Отметим только, что их нужно собрать чисто, ничего не перепутать и не затягивать чрезмерно.

Что касается до монтажа горизонтального валика, то после изложенного выше можно его считать в главных чертах выясненным. Укажем только план действий: во-первых, должно быть выполнено предварительное пришабривание вкладышей подшипников, во-вторых, соблюдая горизонтальность, должное положение относительно главных геометрических плоскостей симметрии всей машины, и выполнив требования относительно шестерней, пришабривают вкладыши на месте по валику.

При поднимании валика крапом нужно быть очень внимательным, чтобы не погнуть его и не попортить шестерни. Безусловно нужно требовать, чтобы при подъеме он все время поддерживался горизонтальным. Во время работы класть валик можно на цилиндры машины, устроив на верху их деревянные подкладки, при этом, чтобы исключить всякий риск погнуть его, избегают класть только на концы, но стараются располагать так, чтобы стрелка прогиба в целом была по возможности минимальной.



Фиг. 101.

Сборочное расстояние его до главных рисок цилиндров машины определяется обычно большим кронциркулем. Благодаря сравнительно небольшим пролетам между подшипниками нет никакого основания прибегать к протягиванию по оси валика шелковой нити, как это делается при установке очень длинных валов трансмиссий.

Что касается пришабривания крышек подшипников, то можно принять следующую норму выполнения этой работы: каждую крышку доводят до того, что, когда она закреплена гайками, валик легко вращается [1] с применением небольшого хомутика, или даже прямо от руки; в то же время вкладыш должен показывать хорошую картину окрашивания краской от вала, причем после этого для образования зазора нужно в последний раз сшабрить краску и тогда пришабривание будет закончено. Остается только произвести прорубание канавок и некоторые прочие мелкие работы.

Укажем еще на некоторые подробности работы: оказывается очень удобным во время пришабривания, вместо того, чтобы многократно носить крышки подшипников к тискам для зажимания в них, пользоваться просто закреплением крышки гайкой в опрокинутом виде на шпильке кронштейна и таким образом производить нужное шабрение (фиг. 101). Напомним, наконец, что при окончательной постановке крышек должны быть непременно вставлены остановы, чтобы вкладыши впоследствии в работе машины не стали вращаться.

Перейдем теперь к описанию монтажа самых неответственных валиков.

Неответственными валиками мы называем валики, мало нагруженные в работе, идущие с небольшими скоростями, сравнительно мало работающие, малоценные в смысле стоимости и т. п.

Подшипники подобных валиков обычно представляют собой просто втулки. Эти втулки должны быть правильно расточены по точным калибрам при их механической выработке, а соответствующий валик по точным скобкам; таким образом, уже в механической мастерской бывает выполнен с известной степенью точности

[1] Если только он не исключительно крупный.

необходимый зазор (примерно, около 0,1 *мм*); благодаря этому при сборке обходятся совсем без пришабривания, а только выясняют состояние подшипника на ощупь; безусловно нельзя допустить, чтобы валик при вращении затужинвался; наоборот, он должен вращаться свободно и даже необходимо, чтобы при боковых толчках мы могли обнаружить слабый стук при отсутствии смазки. Если же в сборку доставляются подшипники невыработанные и валик совсем не пролезает в них, то в таком случае нужно прибегнуть к развертке типа фиг. 210 и 211. Разверткой нужно работать по всем правилам точного разворачивания. Однако, надо сознаться, что при ручной работе разверткой обычно получается несколько сотых миллиметра лишних по диаметру, так что, если мы возьмем развертку как-раз того же диаметра, как валик, то необходимый зазор получится сам собой. Если же зазор мал, то прибегают к приему подкладывания с одного бока развертки бумаги, причем у развертки начинает работать лишь часть зубьев, или же, что лучше всего, обращаются к общему способу, именно намазывают валик краской и по краске пришабривают подшипник маленьким треугольным шабром. Если неответственный валик представляет собою длинную штангу, то иногда считают возможным допустить значительные неточности в отношении осевого положения ряда подшипников, если только это не отзывается на свободном поворачивании его. Таким образом, валик будет работать, постоянно выгибаясь.

Можно указать простой прием быстро выверять длинный, тонкий валик как таковой в отношении возможных его искривлений: достаточно положить его на разметочный стол и покатить, тогда по характеру катания, ровного или порывистого, с остановками, легко выясняется, не погнут ли он. Если погнут, то следует его отдать для выправки на специальный правильный станок.

Ш е с т е р н и бывают цилиндрические, конические, винтовые (они же червячные) и еще некоторые специальные, очень редко применяемые.[1] Они изготовляются обычно из стали, чугуна или твердой бронзы. Предпочитают в ответственных случаях, особенно для винтовых шестерней, ставить разнородный материал для ведущей и ведомой: хороший результат дает комбинация чугун-бронза и сталь-бронза; ведущая шестерня делается стальная или чугунная, а ведомая — бронзовая. Шестерни доставляются в сборочную в готовом виде, пригнанные к своему валику и соответствующей шпонке. Однако, зубья шестерни после обработки на зуборезном станке всегда имеют грубоватые края и поэтому нужно при помощи самой маленькой шлифной пилы скруглить все острые края их и заусеницы.

Для установки шестерни требуется произвести следующие работы: во-первых, насадить шестерню на валик и произвести соответствующую проверку ее, во-вторых, так выполнить установку валика, чтобы «начальные» окружности шестерней, т. е. окружности теоретического катания одной по другой, геометрически соприкасались между собой, наконец, в-третьих, достигнуть правильного взаимного расположения шестерней в отношениях параллельности их осей — для цилиндрических, ортогональности (т. е. пространственной перпендикулярности)[2] — для винтовых, пересекаемости осей — для конических и т. д., т. е. в зависимости от типа шестерни.

Прежде всего шестерню надевают на вал. Последний для этого должен быть положен одним концом на деревянный пол, другим на козлы, причем один из рабочих его поддерживает. Далее ставят впритык торцом к шестерне, надетой на конец вала, медно-красный стержень, и по противоположному торцу его ударяют тяжелым железным молотом. Разумеется стержень стараются приткнуть вблизи самого валика и временами поворачивают систему, чтобы не ударять в одно место. Таким образом шестерня загоняется на вал. Когда шестерня поставлена, отсылают валик на станок или разметочный стол для проверки между центрами, чтобы убедиться, не бьет ли она в стороны, обнаруживая, может быть, косину. Если она бьет, то не годится в дело. Если же означенного недостатка

[1] Предельный случай цилиндрических шестерен представляет зубчатая рейка.
[2] Иногда встречается и косоугольное винтовое зацепление.

не имеется, то приступают к постановке ее на машину. Как сказано, требуется выполнить весьма важное условие относительно геометрического касания «начальных» окружностей; это сделать очень удобно, если начальные окружности вычерчены на самой шестерне. Поэтому безусловно нужно требовать, чтобы при выработке на цилиндрических и конических шестернях и зубчатых рейках намечались начальные окружности; на винтовых же последние не приносят столь ощутительной пользы.

Правильный монтаж в отношении начальных окружностей обеспечивает, кроме прочих выгод, прежде всего обоюдно равномерное вращение ведущей и ведомой шестерней, т. е. при вращении равномерно одной из них равномерно же вращается и другая.

Если начальных окружностей не намечено, в таком случае нужно обратить внимание на то, какой зазор предположен по чертежу между головкой зуба одного колеса и дном впадины междузубья другого колеса. Обычно он берется от $^1/_7$ до $^1/_{13}$ высоты зуба, что и выполняется при монтаже, впрочем без особой щепетильности, нередко на-глаз или даже для винтовой шестерни прямо на ощупь (см. ниже).

Наконец, остается удовлетворить третьему из поставленных требований. К сожалению, в данном случае мы не можем констатировать применения каких-либо остроумных и особо точных приемов: работа ведется элементарно и медленно при помощи угольника, линейки, масштаба, отвесов, циркулей, пузырьковых уровней и т. п. По существу, в крупном серийном и массовом производствах следует применять специальные сборочные кондукторы.

Как было упомянуто, для цилиндрических шестерней требуется, чтобы оси их (а следовательно и оси их валов), были параллельны друг другу. Прикладываем ребром линейку к обеим шестерням сбоку и достигаем того, чтобы боковые плоскости обеих шестерней лежали по линейке. Немного видоизменяя положение линейки, т. е. прикладывая ее в различных местах, мы в достаточной степени выверим взаимное положение шестерней.[1] Как видно, прием основывается на том, что тело шестерни всегда вырабатывается достаточно точно. Вместо этого, конечно, можно также произвести поверку взаимной параллельности самих валов.

Для конических шестерней требуется, чтобы их оси, а следовательно и оси их валов, геометрически пересекались в некоторой точке; чаще всего эти оси ставятся взаимно перпендикулярно.

При установке производят проверку положения валов шестерней; это не трудно сделать, в особенности, если один вал должен быть установлен вертикально, а другой горизонтально. Несколько сложнее проверить необходимую пересекаемость осей; таковая проверка производится при помощи прикладывания линеек, опускания отвесов, вымеривания некоторых расстояний и тому подобных большею частью простых, но мало остроумных приемов.[2] Самый характер подобных работ становится вполне ясным из примера сборки винтовой передачи, которую мы здесь опишем в виду особого значения этого случая для сборки дизеля. В данном случае требуется, чтобы оси винтовых шестерней были пространственно взаимно перпендикулярны, причем одна горизонтальна, другая вертикальна, затем, находились бы на определенном расстоянии *A* друг от друга (фиг. 102) и чтобы точка соприкосновения касающихся «начальных цилиндров» лежала посредине толщины диска заготовки каждой шестерни (последнее требование впрочем иногда по существу конструкции не соблюдается, например: при системе реверса, производимого при помощи продвигании винтовой шестерни вдоль ее оси). Не желая затруднять изложение напрасной в данном случае общностью, для выяснения монтажа винтовых шестерней мы возьмем для описания один частный, очень важный случай из практики сборки дизелей.

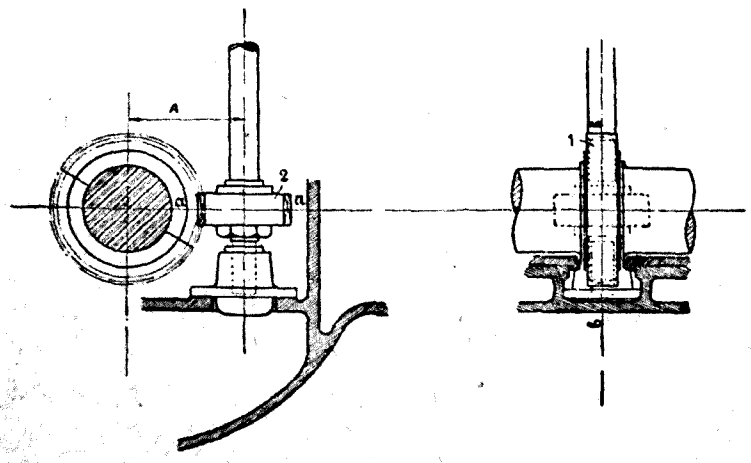
---

[1] Если начальные окружности помечены с обеих сторон каждой шестерни, то выверка по ним облегчает задачу.

[2] При массовой сборке конических шестерен следует воспользоваться специальной кондукторной рамой для выверки правильного взаимного расположения их валов.

На главном коленчатом валу обычно имеется винтовая шестерня, к которой нужно пригнать нижнюю винтовую шестерню вертикального валика (фиг. 102). Наши операции разобьются на две главные части: во-первых, нужно достигнуть, чтобы срединная плоскость шестерни $a - a$ была горизонтальна и проходила геометрически через ось коленчатого вала, во-вторых, чтобы срединная плоскость другой шестерни $b - b$ проходила через ось вертикального валика. После этого нам останется только установить нужное расстояние между валами.

Предполагаем, что фланец подпятника уже пригнан. Установим валик вертикально по квадратному уровню, чтобы выяснить насколько ниже или выше своего должного положения находится плоскость $a - a$. Обычно для данного случая намеренно механическую обработку валика или прочих с ним связанных деталей выполняют таким образом, чтобы плоскость $a - a$ оказалась, примерно, на 0,5 *мм* ниже своего должного положения. Недалеко от вертикального валика на шейку коленчатого вала кладут ребром линейку и, подкладывая под другой конец ее более или менее удобные пластинки, приводят ее в горизонтальное положение по пузырьковому уровню. Затем измеряют масштабом расстояние от кромки линейки до верхней или нижней плоскости шестерни *2*. Произведя простое арифметическое вычисление, для которого нужно знать диаметр шейки вала и толщину диска шестерни *2*, определяют искомое положение плоскости $a - a$. Допустим выяснилось, что плоскость $a - a$ лежит слишком низко, именно хотя бы на 0,8 *мм* ниже должного положения. Тогда вынимают вертикальный валик из подпятника и снимают с него шестерню (тем же приемом, как при надевании). Затем отдают токарю сточить буртик (кромку) валика или соответствующую подкладную шайбочку как-раз на величину 0,8 *мм*, причем перед тем как сдать токарю, нужно самому сборщику промерить толщину этого буртика или шайбочки и записать число, чтобы потом работу токаря можно было проверить. Наконец, собрав все снова, надо опять произвести вышеуказанные промеры для окончательной проверки. Что же касается срединной плоскости $b - b$, то она в наших условиях сама по себе не может быть изменяема по своему положению, следовательно, выполнение требуемого условия приходится свести к нахождению правильного положения подпятника, пока оно еще не зафиксировано окончательно, и подпятник допускает небольшие перемещения по своему горизонтальному фланцу. Заодно с этой последней операцией подбирают правильное положение подпятника и в отношении необходимого касания «начальных цилиндров» шестерней, т. е. выполняют правильное расстояние A между валами. Во время промера нужно слабо закрепить подпятник и поддерживать вертикальный валик строго вертикально по квадратному уровню. К боковым плоскостям шестерни *1* коленчатого вала прикладывают на ребро две линейки и доводят последние концами до вертикального валика, тогда легко выяснить, насколько удаляется он от должного срединного относительно линеек положения. Чтобы выяснить правильность валика в отношении касания «начальных цилиндров» или по предыдущему — в отношении правильного зазора от зуба до междузубья, прибегают просто к прощупыванию «качкой». Очевидно, подобный прием очень



Фиг. 102.

груб, но тем не менее в опытных руках он дает вполне благоприятные результаты: валик наклоняют в сторону коренного вала и наблюдают, при каком наклоне указанный зазор совсем перестанет существовать, т. е. шестерня упрется в шестерню; при этом следует подпятник закрепить гайками довольно сильно. В противовес изложенному, можно указать на трудно выполнимый, но по существу более точный прием для проверки, в котором производят точный промер расстояния между валами и определяют диаметры шестерней, после чего руководствуются данными чертежа. Если выработка шестерней поставлена идеально, то лучше всего выполнить расстояние между валами прямо по чертежу. После указанных промеров, показывающих насколько нужно передвинуть подпятник, ослабляют немного пажим закрепляющих подпятник гаек и путем легких ударов свинцового молотка передвигают его куда следует; потом снова закрепляют, повторяют промеры и т. д., пока не получится удовлетворительного результата.

Из описанного ясно, что точность монтажа шестерней вообще не велика, — можно считать приемлемым, если она доведена примерно до 0,2 — 0,3 *мм* возможных отступлений от идеального положения.

Неответственные мелкие шестерни нередко устанавливают прямо на-глаз, проверяя их лишь поворачиванием, причем шестерня должна вращаться без большого шума и без явных запинок.

Указанные допущения при установке шестерней объясняются тем обстоятельством, что обычно у дизелей шестерни имеют сравнительно хорошие размеры при отличном качестве материала, а следовательно могут считаться не особенно сильно загруженными. Если же в какой-либо особой конструкции встретятся шестерни, несущие тяжелую работу, то следует рекомендовать, кроме точнейшей установки, произвести дополнительно пригонку зубьев при помощи шабрения.

Отмечаем, в заключение, что во многих случаях далеко не безразлично, которыми из зубьев сцепить шестерни. Так, шестерни распределительного механизма сцепляются совершенно определенным образом и, соответственно, имеют отмеченные зубья, которые и нужно составлять при их сборке.

Пальцы или цапфы представляют короткие валы, часто выполняемые цементованными и закаленными. Монтаж их вполне подобен описанному монтажу валов, только, конечно, все сделанные нами замечания относительно длинных валов сюда не относятся, ибо цапфы всегда коротки.

Что касается крупных ответственных пальцев, то описание постановки их дано в главе о шатунах (см. выше).

В общем, в отношении пригонки пальцев к сказанному можно добавить еще следующее: во-первых, если нужно обеспечить отсутствие заедания при вращении, то пригонка должна быть доведена до того, чтобы от толчков, даваемых сбоку, могли прощупываться легкие стуки в отсутствие смазки, во-вторых, когда нужна плотная постановка в некоторую втулку или шайбочку с последующим прошиливанием или застопориванием шурупом, то цапфа должна входить без затруднений, но стуки прощупываться не должны, в-третьих, если по конструкции нужно осуществить плотное вбивание цапфы в некоторую втулку, то в виде качественной нормы мы примем, что цапфа должна наполовину войти усилиями руки, остальное пусть будет достигнуто свинцовым молотком, наконец, если нужно вставить цапфу особо плотно, то втулку нужно сильно разогреть и т. д. [1]

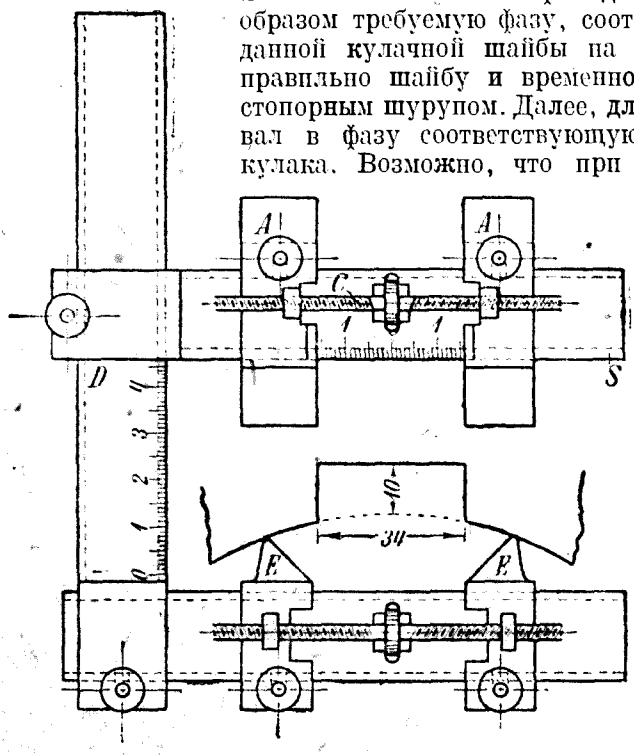
Таковы качественные определения посадок. Однако ныне имеются выработанные таблицы допусков величин необходимых зазоров, которые, впрочем, на русских заводах введены пока не полностью. Ниже, в приложениях, мы приводим таблицы пригонок и допусков системы DIN и ОСТ.

Кулачные шайбы, буксы. Типичным приспособлением для воздухо- и газораспределения цилиндров дизеля является система так назы-

[1] См., напр., Бершадский В.—Техника ремонтно-монтажного дела.

емого кулачного распределения. Это несложное устройство позволяет получить в конструкции «точное», т. е. по требованиям практического теплового цикла, желаемое распределение. Для примера рассмотрим монтаж кулачных шайб распределительного вала двигателя Дизеля. Точная выработка этих шайб обычно возлагается на механическую мастерскую, в сборочной же нужно найти и наметить наивыгоднейшее положение их в связи с их действием в зависимости от фаз положения поршня.

Продеваем прут сквозь некоторое отверстие в крышке рабочего цилиндра (например, разобрав для этого отчасти или вынув совсем какой-либо из клапанов) и доводим прут до прикосновения с верхним дном поршня. [1] При посредстве буксования вращаем коленчатый вал машины передним ходом, причем прут является показателем фаз данного цилиндра. Найдя таким образом требуемую фазу, соответствующую началу действия данной кулачной шайбы на ролик рычага, устанавливаем правильно шайбу и временно закрепляем имеющимся в ней стопорным шурупом. Далее, для поверки поставим коленчатый вал в фазу соответствующую по чертежу концу действия кулака. Возможно, что при этом получится некоторая небольшая несогласованность. Во всяком случае находим для кулачной шайбы удовлетворительное наилучшее положение по валу, закрепляем стопорным шурупом и отмечаем керном и чертильным шилом местоположение будущей шпонки, окончательная разметка которой производится отдельно. Переходя к следующим кулачным шайбам, описанным порядком определяем необходимые положения их шпонок. После этого отправляем вал в механическую мастерскую для выработки шпоночных гнезд и постановки шпонок. Вообще кулаки распределительного вала дизеля нужно укрепить очень надежно.



Фиг. 103.

Что касается тех требований, которые можно предъявить к пригонке шпонки, то данные об этом см. ниже в главе о маховике.

Установка положения шпонок букс для перемены распределения дизеля, представляющих собой эксцентрические втулки, также производится при сборке, как описано для кулачных шайб.

Количественные сведения о распределении дизелей нами даются в главе о пробном пуске в ход, — см. ниже.

В. Балыковым на Кольчугинском заводе изобретено полезное приспособление — раздвижной шаблон для разметки шпоночных пазов во втулках (фиг. 103), которое следует применять в порядке рационализации и на сборке дизелей. Приспособление используется следующим образом: если нужно разметить отверстие для шпонки, ширина которого, напр., 34 *мм*, то губки *A*, *A*

[1] Конечно вместо этого, можно снять и всю крышку с цилиндра и тогда вместо прута работать при помощи масштаба.

соответственно устанавливаются с помощью ходового винта C с правой и левой резьбой на эту же величину, затем шаблон кладется на поверхность втулки шкива так, чтобы нижележащие клыки E, E вошли во втулку и были прижаты к расточенной стороне втулки; имеющаяся шкальная линейка D позволяет без затруднений установить линейку S так, чтобы она определила требуемую глубину, напр., 10 *мм* паза шпонки, считая от окружности втулки; по закреплении имеющихся крепильных барашков остается только тонким чертильным шилом очертить по шаблонам A, S, A контур паза шпонки, согласуя с предварительной керновой разметкой на сборке.

Изобретение практически проверено и нашло применение на 1 Гос. заводе по обработке цветных металлов в Кольчугине.

Монтаж распределительных рычагов двигателя Дизеля с особо точными работами на сборке не связан. Нужно принять к сведению лишь следующее: кулачная шайба распределительного вала проектируется в том расчете, что катящийся ролик рычага ложится на кулак только в период открытия соответствующего клапана, на остальном же пути ролик должен не доставать окружности кулака для всасывающего, выхлопного и пускового клапана на 0,7 — 2 *мм*, в зависимости от общих размеров системы и на 0,4 — 1,2 для топливного, также в зависимости от общих размеров. Зазор этот представляет запас на случай тепловых деформаций; но этот запас по существу должен быть минимальный. Во всяком случае он обеспечивает, что на промежутке работы системы, когда ролик рычага не набегает на кулак шайбы, клапан будет закрыт. Во избежание бросков рычагов на величину указанного зазора в некоторых конструкциях предусматривается пружинка, прижимающая рычаг к шпинделю клапана.

Заметим еще, что, если рычаги почему-либо значительно не подошли к месту, то допустимо прибегнуть к некоторому осторожному исправлению их ковкой.

Монтаж прочих рычагов, балансиров, серег, тяг и т. п. сводится к уже рассмотренной сборке цапф и их втулок, подшипников, — словом, того, что в курсах прикладной механики называют шарнирами. Крупные шарниры подобно крупным цапфам и подшипникам выправляются шабрением вкладыша, мелкие же выверяются часто только на ощупь. Для поверки шарнирной системы из мелких деталей, нужно убедиться, что система может без всяких затруднений пройти весь свой кинематический цикл, т. е. предназначенный по конструкции путь.

Следует также упомянуть об одном важном приеме проверки шарниров на ощупь; шарниры пробуют на «качку», т. е. дают одной из деталей толчки из стороны в сторону, предварительно поставив ее в нужное правильное положение и закрепив другую из соединенных данным шарниром деталей; при этом замечают, равносилен ли эффект от толчков в две противоположные стороны. Кроме замечаемой разницы принимают к сведению и самый размер «качки». «Качка» всегда бывает более показательна, если шарниры не смазаны маслом, — во всяком случае они должны быть вполне очищены от ржавчины и грязи. Для сложных систем весьма желательно в целях облегчения прощупывания «качкой» прибегать к временному закреплению натуго тех или иных шарниров, покамест прощупывают другие (если только это по конструкции возможно). Временное закрепление подшипников шарнирной системы (повторяем, если оно только возможно) само по себе является приемом для проверки правильности системы, хотя и не столь надежными, как «качка».

Кроме этого можно еще предложить производить поверку мелких деталей на разметочном столе, в особенности тех, которые спроектированы не особенно прочно и от небрежного обращения могли быть легко погнуты.

В заключение заметим, что шарнирная система передачи регулятора собирается очень свободно — почти до степени дребезжания, в целях получения наибольшей чувствительности регулирования машины.

Установка готовых аппаратов.

Под наименованием готовые аппараты мы подразумеваем регулятор, насос топливный, масляный, водяной, холодильники, ресиверы, маслораспределители, масленки, манометры, термометры, тахометр и т. п. Некоторые из этих приборов сами по себе требуют весьма тщательной сборки, но при общей сборке машины Дизеля они почти всегда доставляются в готовом виде и их монтаж, таким образом, сводится к пригонке немногих деталей, как то: эксцентрика, кулачного распределения, шестерни, рычажной передачи, шкива и т. п., а также к пришливанию фланцев. Все эти работы, кроме установки шкивов, нами уже были описаны в предыдущих главах.

Механизм из комбинации шкива и ремня, вообще говоря, избегается в конструкциях двигателей вследствие некоторой неопределенности его кинематической связи, тем не менее для тахометров, регуляторов и т. п. он иногда применяется; он обладает счастливым свойством за счет боковых изгибов ремня правильно функционировать даже при не совсем точно выполненной параллельности осей шкивов, в особенности, если шкивы овальны, т. е. имеют выпуклый обод. Однако, несмотря на это соображение, желательно и в данном случае производить тщательную установку.

Укажем еще на следующее: топливный насос, а иногда и масляный, должны быть выверены в связи с работой регулятора и в соответствии с положениями коленчатого вала. Для этого лучше всего подать в насос имеющийся в мастерской 5-атмосферный сжатый воздух и, вращая насос от руки или при помощи буксования коленчатого вала машины, определять таким образом открытия и закрытия принудительно работающих клапанов, кранов и золотников, причем воздух с шипением вырывается лишь только наступает открытие. Благодаря этому приему можно с достаточной точностью выверить насос при закрытой конструкции его. Иногда, впрочем, находят возможным положиться на выработку изделия в механической мастерской.

Замечание о мелких машинных деталях.

Из ранее данных описаний ясно, что мелкие подвижные и неподвижные детали в наших условиях большею частью монтируются гораздо менее тщательно, чем крупные ответственные детали; действительно сборку мелких частей нередко ограничивают лишь проверкой на ощупь. [1] Это объясняется тем, что, во-первых, мелкие части дизеля передают обычно сравнительно незначительные силы и, следовательно, имеют хороший запас рабочих поверхностей, во-вторых, в них сравнительно ничтожны силы инерции, в-третьих, незначительны скорости трущихся частей, в-четвертых, относительно велики поверхности, доступные охлаждающему влиянию воздуха, в-пятых, сравнительно велики необходимые зазоры подвижных частей, в-шестых, сами части являются обычно не особенно ответственными, в-седьмых, мелкие части относительно безопасны в работе, в-восьмых,— дешевы, легко заменяются и ремонтируются.

В результате сборка на ощупь оказывается практически вполне достаточной.

Направляющие шпильки и метки.

Многие детали, являясь опорами для движущихся кинематических систем, должны занимать свое вполне определенное, установленное при сборке относительное положение. Они должны быть так или иначе зафиксированы (их место должно быть как-то назначено), чтобы разобранная машина могла быть снова собрана точно без повторения сильно задерживающих дело проверок.

---

[1] Точные приборы, конечно, являются исключением, но как мы указывали ниже не входят в общую сборку дизеля.

Прежде всего подлежат зафиксированию взаимного расположения главнейшие ответственные части: станина относительно фундаментной рамы, цилиндры относительно судовой станины, направляющие параллели крейцкопфной системы и пр.; далее должно быть назначено положение всевозможных пришпиливаемых кронштейнов, стоек, а иногда и кожухов и, прежде всего, деталей, несущих на себе тот или иной подшипник; наконец, многих готовых приборов, устанавливаемых вполне определенным образом на соответствующих приливах и т. п. В своем положении главным образом фиксируются те детали, которые пришпилены или пришабрены и закрепляются без каких-либо мягких прокладок.

Болтовое закрепление, а равносильно и закрепление на шпильках, само по себе является в большинстве случаев недостаточным для точного зафиксирования положения детали, ибо фланцевые отверстия обычно сверлятся с известной свободой. Бывает, что этим удовлетворяются и стараются только, чтобы крепительные отверстия вышли как можно теснее; это легко получить, если произвести одновременное сверление соответствующих фланцев, стянутых струбцинками, или сверлить по кондуктору, причем достаточно просверлить тесно только два места. Таким образом может быть достигнута определенность положения деталей с точностью до 0,5 — 0,3 *мм*. Более точная, а иногда и вполне точная установка достигается при конструкции с усложненной формой поверхности пришпиливания: так, напр., хороший результат получается при сращивании вала муфтами, имеющими с одной стороны выточенный шип *a*, с другой выемку (фиг. 58). Подобно этому случаю рабочие цилиндры часто конструируются с точно выработанной направляющей кромкой. Далее, например, направляющие параллели крейцкопфной конструкции и особенно их наделки нередко пригоняются к плоскости прилива с уступом *a* (фиг. 104), причем, разумеется, деталь пришпиливается таким образом, чтобы она становилась правильно, когда прилегает плотно к уступу, — в этом и заключается «частичная определенность» данного случая. Однако фиксирование положения при посредстве усложнения поверхности пригонки представляет довольно дорогое устройство. Поэтому в целях экономии и простоты предпочитают в большинстве случаев прибегать к постановке направляющих шпилек или меток (насечек), что и является предметом настоящей главы.

Фиг. 104.

Легко понять, что если поверхность лежания есть плоскость, то полное фиксирование детали достигается двумя шпильками; одна же шпилька дает только частичную определенность положения, оставляя некоторую ограниченную свободу для сдвига. Иногда встречаются три и более шпилек, поставленных на одной детали, но, повторяем, что для фиксирования нужны только две. Понятно, что выгоднее две необходимые шпильки расположить подальше одна от другой, и, вообще, нужно хорошо выбрать место для них, если они не показаны на чертеже. То же относится и к меткам, причем для полной определенности положения детали их также нужно поставить две и расположить подальше одну от другой.

Направляющие шпильки представляют достаточно совершенное средство зафиксировать взаимное расположение предметов и могут применяться в самых ответственных случаях.

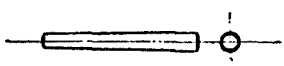
Практикуются следующие шпильки: во-первых, простые конические, во-вторых, конические с цилиндрическим нарезанным концом, причем резьба направляющей роли не играет, в-третьих, цилиндрические, нарезанные, ввинчиваемые, как шурупы.[1]

Простые конические шпильки представляют собой конические стерженька (фиг. 105), у которых и резьба имеет направляющее значение с концом

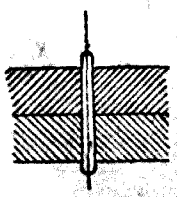
[1] Конические шпильки кроме своего назначения фиксировать взаимное расположение частей очень часто применяются сами как средство закрепления, особенно в мелких шарнирных устройствах; однако и здесь их направляющая роль не исключена в монтировании в обоих указанных случаях производится совершенно одинаково.

около 1 : 20 — 1 : 25 (следовательно, с уклоном 1 : 40 — 1 : 50). Длина их должна быть достаточна, чтобы при постановке на место высовывались на несколько *мм* оба конца.

Сквозь тело некоторых двух деталей (фиг. 106) просверливают отверстие диаметром равное меньшему диаметру конической шпильки а затем разворачивают его конической разверткой до тех пор, пока шпилька не будет глубоко входить. После этого нужно припилить ее. Припиливание приходится производить по мелу, ибо работа по краске в данном случае мало подходит (а именно: потребовалось бы намазать внутренность отверстия, что неудобно и притом нежелательно в виду того, что краска растворяется на масле, при работе же по мелу им приходится намазывать самую шпильку). Способ пригонки по мелу для данного случая достаточно точен, хотя, работа по мелу не так точна, как по краске. Укажем что, если шпилька слишком чисто полирована, то ее невозможно намелить; в таком случае сперва следует немного опилить шпильку шлифной пилой или обработать наждачной бумагой для образования матовой поверхности. Намеленную шпильку вращают в развернутом отверстии, несколько нажимая на нее при этом, чтобы в местах соприкосновения стерся мел; таким образом могут быть обнаруживаемы «крепкие» места, где заевший металл приобретает блеск, характеризующий заедание. Согласно этим знакам опиливают шпильку, в особенности налегая на «крепкие» места, пока, наконец, не получится плотного прилегания ее.[1] Для производства опиливания удобнее всего пользоваться небольшим токарным станком, на котором шпильки опиливаются шлифной пилой. При отсутствии станка приходится опиливать шпильку вручную. Это делается следующим образом: один конец шпильки зажимают в ручные тисочки и, захватив ее таким образом, катают по столу навстречу движению небольшой шлифной пилы, которой производят опиливание. Если получилось, что концы шпильки слишком длинны и торчат из деталей, то их срезают ножовкой и закругляют пилой на токарном станке.



Фиг. 105.



Фиг. 106.

Безусловно, не следует сильно забивать шпильку в ее гнездо и никоим образом не ударять стальным ручником непосредственно; лучше всего пользоваться небольшой свинцовой кувалдой, или хотя бы стальным ручником, но с подкладыванием красной меди; кроме того, следует вообще наносить лишь легкие удары.

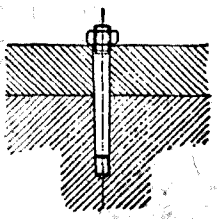
Конические шпильки, как сказано, должны быть пригнаны плотно: не говоря уже о том, что они, по существу, только при хорошей пригонке могут выполнить свою направляющую роль, но это существенно и в другом отношении, ибо только при этом условии получается, если можно так выразиться, некоторая «нормальная» крепость заклинивания шпильки в своем отверстии и обеспечивается возможность выколачивания ее впоследствии; с другой стороны, неплотно пригнанная шпилька легко может так въесться в материал, что потом при надобности ее не удается выбить, а иногда же наоборот, она держится лишь на незначительных ссадинах и, если последние случайно устраняются, легко вылетает. Простые конические шпильки применяются только в том случае, если детали могут быть просверлены насквозь (фиг. 106), причем требуется, чтобы оба конца шпилек несколько высовывались, кроме того шпильки должны быть поставлены так, чтобы было удобно подойти ручником при их выколачивании; к последнему надо быть весьма внимательным, ибо самым существенным недостатком простых конических шпилек является затруднительность их выбивания. Если почему-либо поставленная шпилька не подходит, напр., коротка, и в то же время так заколочена, что ее трудно вынуть, то допускается в целях экономии

[1] Можно предложить в случае пригонки крупных шпилек, вместо сплошного намеливания их, проводить лишь несколько линий мелом по образующим конуса, подобно описанному ниже в главе, касающейся вопроса притирки клапанов.

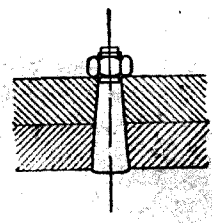
времени оставить ее временно на месте, надеясь заменить новой после общей переборки машины.

Из всех типов шпилек именно простые конические шпильки нередко применяются в количестве одной штуки на устанавливаемую деталь,—случай, когда довольствуются неполным фиксированием малоответственных частей.

Конические шпильки с нарезкой бывают типа фиг. 107 и типа фиг. 108. Эти два типа, обладая лишь чисто формальным сходством, сильно различаются между собой по существу своего применения. Тип фиг. 107 применяется взамен простой конической шпильки там, где нет возможности просверлить обе детали насквозь: шпилька пригоняется и забивается так же, как простая коническая, причем гайку закреплять не нужно, ибо она служит лишь для того, чтобы завинчиванием ее при легком постукивании кувалдой можно было выжать шпильку из отверстия при разборке машины. Уклон конуса этой шпильки 1 : 50, т. е. делается равным таковому простой конической. Шпильки же типа фиг. 108 обычно имеют уклон 1 : 20 и даже 1 : 15, так что выколачивание их никаких затруднений не представляет. Очевидно, эта шпилька требует сквозного отверстия. Она встречается в самых ответственных частях машины и часто является по существу закрепляющей: напр., ею скрепляются соединительные муфты валов, прошпиливаются направляющие параллели крейцкопфной конструкции и т. п.; соответственно этому подобная шпилька нередко бывает довольно больших размеров. Гайка в данном случае обеспечивает шпильку от вылетания и, следовательно, в противоположность случаю вышеописанной шпильки, ее необходимо закреплять.



Фиг. 107.



Фиг. 108.

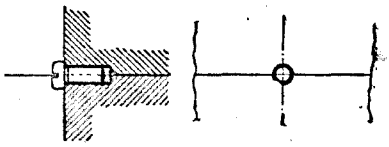
Пригонка конических шпилек с нарезкой в общем ничем не отличается от пригонки простых конических, только нужно следить за тем, чтобы нарезка расположилась, по соответствию, впрочем большие шпильки типа фиг. 108 можно пригонять и по краске. Оба типа шпилек с гайками, вообще говоря, хороши, но дороже простых конических (а для мелких приборов иногда к тому же и слишком громоздки); поэтому они применяются только там, где действительно вынуждается необходимостью.

Цилиндрическая шпилька с резьбой представляет собой не что иное как шуруп и потому может быть названа шурупной или винтовой шпилькой. Она может иметь всевозможные головки, применяемые в шурупах (например, фиг. 109), но из всех применяемых типов головок самый надежный тип это гаечная; из соображений же эстетических всегда предпочитают применять шурупные шпильки с конической головкой «впотай» или даже вовсе без головки.

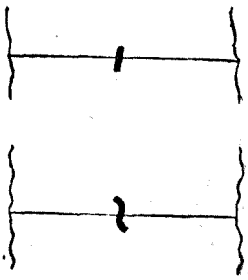
При равных прочих условиях применяемая шурупная шпилька заметно массивнее простой конической, но зато короче последней. Для шурупной шпильки характерна не внешняя форма ее (ибо она является самым обыкновенным винтом, нарезанным вплоть до головки), но местоположение ее постановки, а именно: ее ввинчивают вдоль поверхности прилегания деталей (фиг. 109). Из приведенной фигуры видно, что такая шпилька может быть применяема только при условии, если фланцы частей в достаточной степени совпадают или специально выровнены в месте ее постановки. Весьма часто эти шпильки применяются в комбинации с коническими, т. е. одна и та же деталь фиксируется одной конической и одной шурупной направляющими шпильками.

Шурупная шпилька, повидимому, не вполне достаточно определяет положение детали, ибо нарезка может быть легко повреждена; кроме того она обладает тем недостатком, что для выработки ее гнезда трудно правильно просверлить и нарезать отверстие на границе двух сколько-нибудь неоднородных металлов (см. ниже), достоинством же ее является то обстоятельство, что ее удобно вывинтить, а вместе с тем сама собой она, конечно, выпасть не может.

Для постановки этой шпильки сверлят в выбранном месте дыру глубиной в $2^1/_2$ — 4 ее диаметра и нарезают метчиком так, чтобы шпилька завинчивалась без затруднений. Длина же шпильки бывает лишь в 2—3 диаметра нарезки. Затем, необходимо озаботиться чтобы хорошо легла головка шпильки, если она имеется; для этого либо прибегают к раззенковыванию краев дыры на конус в случае потайной головки шпильки, либо проходят их фрезеровочным валиком, подгоняя под плоскую головку; в последнем случае бывает целесообразно чуть-чуть спять острый край отверстия конической зенковкой.



Фиг. 109.



Фиг. 110.

Является весьма полезным на некоторых стыках, а именно поперек контура плоскостей взаимного прилегания деталей, делать зубилом насечки-метки (фиг. 110). Насечка эта позволяет впоследствии всегда правильно собирать детали, расположив их так, чтобы насечка на одной детали сделалась продолжением насечки на другой; таким образом постановка меток является способом взаимно зафиксировать положение частей и притом способом очень дешевым. Результат получается вполне удовлетворительный, если только метка не будет закрашена краской или слишком замазана грязью, словом, если не будет сделана незаметной каким-либо образом. Следовательно, недостатком меток является то обстоятельство, что впоследствии их можно вовсе не найти. Ясно, что метки следует ставить предпочтительно на обработанных поверхностях и вообще они могут быть применяемы лишь в случаях имеющегося совпадения краев фланцев деталей.

Желательно во избежание указанных неприятных последствий ставить метки при помощи какого-нибудь фигурного зубила, чтобы насечка получилась в виде определенной фигурки, — тогда метку легче разыскать, когда это понадобится.

Маркировка и нумерование деталей.

Детали отмечаются вырубанием на них цифр, букв или каких-либо значков. Это вполне необходимая работа обычно распределяется отчасти на сборку, отчасти на разборку машины. Во всяком случае разборка машины является тем моментом, когда отметка должна быть непременно сделана без дальнейших откладываний.

Только-что описанные направляющие шпильки и метки отчасти сами по себе регламентируют деталь, однако и в этом случае вовсе не исключаются отметки нумерацией, буквами и так называемая маркировка деталей, т. е. постановка «марок».

Желательно ставить марки по возможности на обработанных поверхностях; во всяком случае избегают их делать на таких местах, которые предполагается окрасить. Между прочим, допускают выбивание чисел на рабочих фланцевых поверхностях пришлифованных деталей. [1]

Существуют две главные системы отмечания деталей двигателя Дизеля: в первом случае преследуют цель установить различение между несколькими однообразными деталями и вместе с тем сделать определенными места постановки их, причем расположение детали на своем месте само по себе не представляет сомнений и специально не обозначается, во втором случае преследуют цель,

[1] Полученные заусеницы от выбивания чисел, конечно, должны быть устранены соответствующим спиливанием.

кроме различения многих однородных деталей и определения их места, также назначить и самое расположение их на месте. [1]

Для осуществления марок по первому типу часто оказывается удобным воспользоваться нумерацией рабочих цилиндров многоцилиндровой конструкции, если только данные детали располагаются в соответствии с ними; на деталях в таком случае выбиваются номера цилиндров; [2] с тем же успехом можно пронумеровать детали просто последовательно, начиная от единицы, но во всяком случае должно быть отмечено или известно, на каком конце ряда расположенных деталей поставлен № 1-й, чтобы при вторичной сборке машины, в этом смысле не оставалось никаких сомнений. Для определения же самого расположения на месте можно, напр., условиться части, нумеруемые по цилиндрам, располагать так, чтобы номера их точно так же, как и у цилиндров, находились бы с передней стороны машины: например шатуны вертикальной машины отмечаются с той стороны, с которой отмечены и цилиндры и т. д. Полное разрешение вопроса получается, если произвести двойную нумерацию, отметив два места детали и сделать соответствующие знаки на частях присоединения, или хотя бы отмечать деталь с того бока или края, вблизи которого отмечена другая деталь, к которой первая прикрепляется, так что при последующей сборке деталь должна быть поставлена в положение, при котором оба номера оказываются рядом. Например, квадратный фланец и соответствующий ему квадратный же прилив нумеруются на одном из своих углов, которые и должны быть составляемы вместе при сборке. Полезно, чтобы нумерация на соответствующих частях была произведена цифрами одного и того же шрифта. Указанные более строгие способы нумерации, разумеется, вполне применимы и в том случае, когда наш ряд деталей по конструкции находится вне всякой связи с расположением цилиндров, станины и т. п.

Заметим в заключение, что кроме цифр различных шрифтов иногда производят отметки буквами и словами и даже на крайний случай просто насечками зубилом или керном в виде выбитых одной или нескольких черточек или точек.

Метка выбиванием цифр или букв производится без затруднений при помощи специальных наборов стержневидных штампов, имеющих на закаленном конце клише некоторые цифры или буквы. Наставив стержень перпендикулярно к поверхности, наносят резкий удар ручником по свободному заднему торцу его. Можно посоветовать делать эту работу старательно, чтобы цифры ложились правильным рядом, иначе без серьезной экономии во времени мы сильно обезобразим результат, допустив кривое расположение цифр. Можно пользоваться и следующим приемом: первым ударом ручника выбить только низ цифры, для чего шрифт нужно держать наклонно к поверхности, а со второго или третьего удара доканчивать выбивание; таким образом легко выполнить правильное расположение цифр, составляющих некоторое число, или букв, составляющих слово.

В случаях выбивания цифры на пластинках и пр. слабых деталях нужно соблюдать осторожность, чтобы не прокрпвить и не испортить их.

Установка маховика. Буксовальное приспособление.

У двигателей Дизеля применяются, главным образом, маховики свертные из двух половин, со спицами или без них. Подобный маховик обычно укрепляется стягивающими ступицу болтами, кольцами и шпонкой, а обод—клиньями. Клинья и отверстия для них с достаточной точностью вырабатываются в механической мастерской и соответственно занумеровываются; таким образом, сборщику остается только пригнать ступицу, припилить шпонку и, наконец, поставить маховик окончательно на место.

---

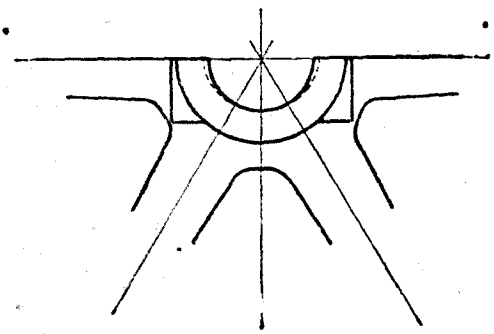
[1] Гораздо реже может встретиться и третий случай, когда нас интересует только расположение детали на ее месте.

[2] Рабочие цилиндры нумеруются по порядку, начиная от ближайшего к маховику, причем обычно ставятся текущие номера по соответствующей записи.

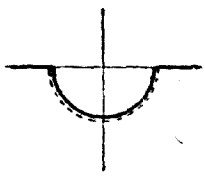
Что касается цельных (несвертных) маховиков, то таковые имеют применение главным образом для быстроходных многоцилиндровых дизелей и бывают лишь сравнительно небольших размеров. Не исключая шпоночных установок, укажем, что подобные маховики могут также по типу своей конструкции монтироваться на фланцевой шайбе или муфтах коленчатого вала без применения шпонок на втулке маховика.

Ступица свертного маховика должна быть пригнана к валу плотно, «по краске» и при этом охватывать его на угол немного меньший 180° с каждой стороны так, чтобы обе половины не доходили друг до друга хотя бы на несколько десятых *мм*, последнее необходимо в целях возможности стягивания ступицы болтами. Точно так же при незабитых клиньях обода между торцами двух половин его должны быть зазоры в несколько десятых *мм*, которые исчезают при забивании клиньев. Зазоры проверяются щупами.

Втулка маховика обычно растачивается несколько меньшего диаметра, чем вал; сборщику предстоит расширить ее пилением. Во избежание многократного, вредного для вала примеривания, следует с самого начала приготовить шаблон, в виде диска, соответствующего поперечному сечению вала; по нему можно опилить ступицу маховика.



Фиг. 111.



Фиг. 112.

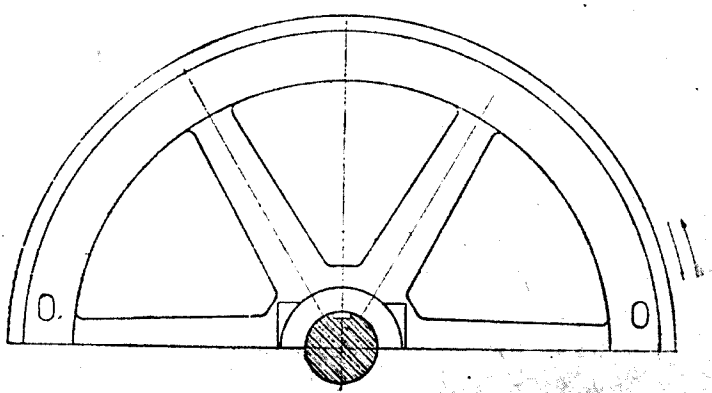
Шаблон приготовляется из чистого железного листа в $1^1/_2$ — 2 *мм* толщиной. Обведя контур круга циркулем, сперва начерно вырубают его зубилом на железной доске, оставляя небольшой запас; потом опиливают круг точно по контуру, что не представляет никаких трудностей, но, правда, отнимает сравнительно много времени. Чтобы сделать диаметры вала и шаблона точно одинаковыми, нужно производить измерения кронциркулем непосредственно одно вслед за другим — по валу и по шаблону, — в таких условиях рука хорошо чувствует неодинаковость диаметров; однако следует помнить, что диаметры получаются тогда одинаковые, когда кронциркуль на шаблоне чуть-чуть меньше прощупывается, чем на валу.

Расположив половины маховика так, чтобы было удобно работать, производят промеривание шаблоном и пилят полукруглой пилой. Требуется достигнуть того, чтобы шаблон ложился точно и не обнаруживал заедания. Ясно, что показания его убедительны только тогда, когда он поставлен своей плоскостью строго перпендикулярно к оси втулки; однако, чтобы не затрудняться отыскиванием этого идеального положения, прибегают к колебательным движениям шаблона, при этом он проходит через требуемое положение. Кроме этого тщательно осматривают просветы, поставив против себя лампу. Опиливание втулки нужно производить по типу фиг. 111, но не фиг. 112, т. е. опиливать ее с боков.

Примеривание каждой половины маховика по валу производят отдельно, а именно: захватив краном, накладывают одну из половин на немного намазанный краской вал; затем чуть-чуть отпускают кран; тогда половина переваливается на одну из сторон; силою рабочих, а, если нужно, то и при помощи крана, маховик переваливают на противоположную сторону и т. д., по указаниям стрелок фиг. 113; этими «качаниями» заставляют краску показать себя; вполне достаточно произвести два — три качания; впрочем, вообще подобную операцию допустимо производить лишь при условии, если ступица уже довольно точно охватывает вал; если же она заедает краями, то, очевидно, имеется риск исцарапать его.

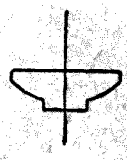
После этого оказывается на очереди выравнивание прорези для шпонки как на втулке маховика, так и на валу. Для этого прежде всего следует пригото-

вить правильной формы шаблоны из листового железа (фиг. 114 и фиг. 115).[1] Пользуясь ими, напильником, плоским шабром и образцовой плиткой, приводят глубину выемки до должной величины. Для удобства работы с шаблонами (фиг. 114) помещают против себя и позади шаблона лампу; тогда все неточности будут хорошо видны. Шаблон типа фиг. 115 соответствует поперечному сечению шпонки; при помощи приклепанного стерженька его можно вводить в полость для производства промеров при собранном на валу маховике. Лампа опять же необходима. Ради правильности производства опиливания и шабрения нужно работать по образцовой длинной плитке, намазав последнюю краской. Далее, нужно принять к сведению, что глубина канавок должна чуть-чуть, на 0,1 — 0,15 *мм*, уменьшаться по направлению в ту сторону, в которую будет загоняться шпонка (впрочем, некоторые сборщики полагают, что глубина должна быть одинаковой на всем протяжении канавы).



Фиг. 113.

Нужно считать правильным, чтобы шпонка «работала» только за счет трения от заклинивания, на срез же заставлять ее «работать» не следует. Поэтому боковые плоскости выемки в сборочной можно не вырабатывать. Другое дело шпонки типа фиг. 116, косо располагаемые. В этом случае достигают правильной выработанности всех поверхностей, прибегая к приспособлениям, подобным описанным.



Фиг. 114.

Фиг. 115.

Маховики двигателей Дизеля хорошей конструкции обычно ставятся на две шпонки, расположенные под углом 90° между собой. Нет никакой необходимости добиваться, чтобы обе шпонки вышли одинаковыми, но зато непременно их следует занумеровать. Для заказа шпонки строгальщику механической мастерской приготовляют шаблон из листового железа по типу фиг. 117, дающий меру для ширины и толщины шпонки, или указывают точные размеры по штангенциркулю. Строгальщик выстрагивает ее с припуском в 0,1 — 0,25 *мм*, который нужно иметь в обеспечение возможности точного пришиливания на сборке. Опять же является спорным вопрос: нужно ли шпонку маховиков сделать строго одинаковой толщины, или же лучше выполнить чуть-чуть клиновидной.[2] Мы допускаем, что лучше ставить шпонки призматические, тем более, что у дизелей мы имеем дело обычно со свертным маховиком.

Для пришиливания и постановки шпонки маховик должен быть собран на валу и ступица закреплена (но не очень крепко) на болты. Шпонку нужно пришилить по плитке так, чтобы она самыми легкими ударами могла быть загоняема до половины втулки, а дальнейшее забивание требовало бы все большей и большей силы и в общем весьма значительных ударов. Окончательное забивание

[1] Заметим, что для быстроты работы желательно было бы пользоваться для изготовления подобных сборочных шаблонов не железом, но более мягким металлом, чтобы можно было удобно резать ручными ножницами и потом легче опиливать. Однако обычно применяют железо.

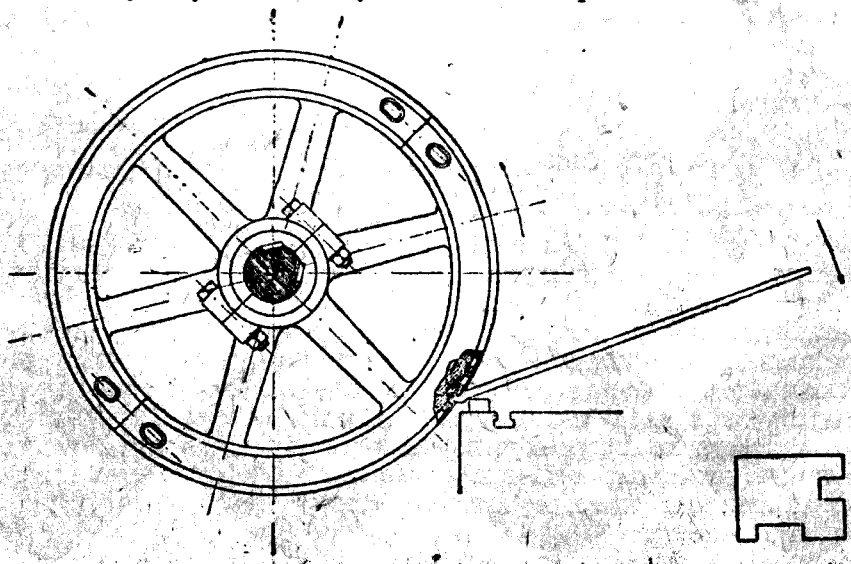
[2] Укажем, что клиновидные или клиновые шпонки в разработке Общесоюзных Стандартов ОСТ имеют уклон 1 : 100.

производится ударами тяжелого железного молота, напосимыми через упирае-мый в шпонку торцем красно-медный стержень.

Приводим сведение о допускаемых отклонениях в размерах ширины и высоты призматических шпонок и их пазов в виде выписки из таблиц Общесоюзного Стандарта ОСТ (в *мм*).

Номинальные размеры шпонок	Пазы в валу и втулке		Шпонки			
	Ширина (рекомендуемые размеры)		Ширина		Высота	
	наиб.	наим.	наиб.	наим.	наиб.	наим.
16 × 10	16,07	16	16,06	16	10,20	10
18 × 11	18,09	18	18,07	18	11,25	11
20 × 12	20,09	20	20,07	20	12,25	12
24 × 14	24,09	24	24,07	24	14,25	14
28 × 16	28,09	28	28,07	28	16,25	16
32 × 18	32,12	32	32,09	32	18,30	18
36 × 20	36,12	36	36,09	36	20,30	20
40 × 22	40,12	40	40,09	40	22,30	22
45 × 24	45,12	45	45,09	45	24,30	24
50 × 26	50,15	50	50,12	50	26,40	26
60 × 32	60,15	60	60,12	60	32,40	32
70 × 36	70,15	70	70,12	70	36,40	36
80 × 40	80,20	80	80,15	80	40,50	40
100 × 50	100,20	100	100,15	100	50,50	50

Монтаж самого маховика на вал производится следующим образом: одну из его половин подводят под вал, положив на подложенные толстые доски (фиг. 118); далее, продев канат по обе стороны вала, как показано пунктиром, приподнимают чуть-чуть половину маховика и проволакивают ее по доскам



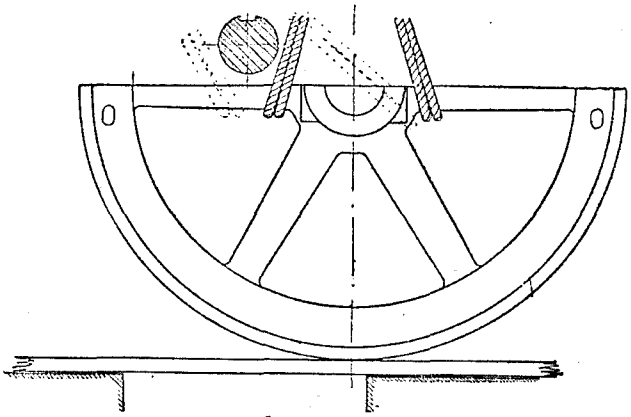
Фиг. 116.

Фиг. 117.

краном до симметричного расположения; после этого ее подбивают снизу большими деревянными клиньями (фиг. 119), и накладывают сверху вторую половину, расположив вал правильно в отношении шпоночных канав и пр., закрепляют болты (сперва не очень сильно) и забивают свинцовой кувалдой клинья.

Случается, что «глухой» (без спиц) маховик совершенно не за что ухватить канатом. В таком случае желательно применить самозатягивающийся зах-

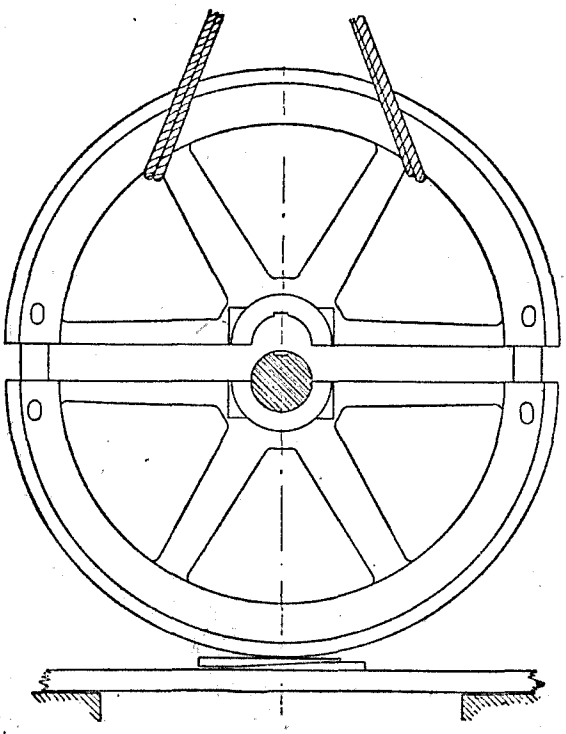
ват, общеизвестный в крановом деле. Однако, за неимением последнего можно воспользоваться просто струбцинкой, если маховик не превосходит 3 — 4 тонны весом (фиг. 120), при чем для увеличения трения под струбцинку подкладывают наждачную бумагу или наждачное полотно.[1] Таким образом, за струбцинку уже нетрудно будет захватить стропом крана.



Фиг. 118.

После установки маховика следует проверить, не бьет ли он в стороны, что производится подведенным сбоку к ободу рисмусом при поворачивании маховика кругом. Если маховик бьет, то стараются выровнять его ударами свинцовой кувалды и, если удалось установить правильно, закрепляют окончательно болты его ступицы «от железного молота».

Заметим, что болты эти иногда бывают настолько крупные, что человеческих сил не хватает, чтобы достаточно их закрепить; поэтому при окончательной сборке (не в сборочной, а на месте окончательной установки) прибегают к доведению болтов до красного каления перед постановкой, а именно: вывинчивают один из болтов, пока другие закреплены, раскаляют его докрасна и закрепляют, потом следующий и т. д. По общеизвестным причинам болт стянет ступицу при таких условиях по охлаждении чрезвычайно сильно. В сборочной же, если болты слишком крупны, рекомендуется лишь сравнительно слабое подогревание их.



Фиг. 119.

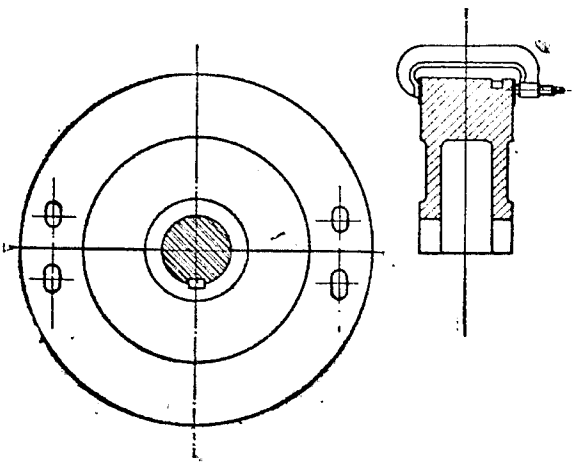
Предварительное нагревание практикуется также и в отношении стягивающих ступицу колец.

Для получения особой точности хода маховика практикуется на месте окончательной установки машины последующая обточка и даже отшлифовка маховика на работе машины. В сборочной к этому, конечно, прибегать не приходится.

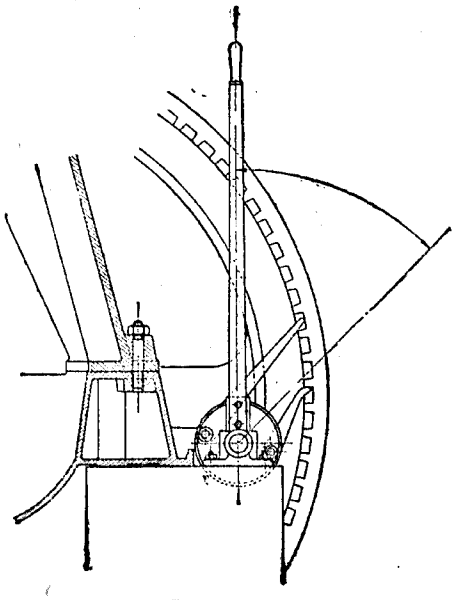
Непосредственно за установкой маховика следует произвести установку его буксовального приспособления или, проще сказать, «буксовков» (фиг. 121 и также фиг. 1). Это общеизвестное рычажное валоповоротное приспособ-

[1] К сожалению в промышленности не вырабатывают наждачной бумаги с обоюдосторонним нанесением слоя наждака. Выгода применения подобной бумаги в данном случае очевидна.

ление по идее своей конструкции обычно имеет две анкерные собачки—движущую и замыкающую и, в сущности, представляет трещотку в крупном масштабе,— соответственно это приспособление может поворачивать маховик за его зубчатый край обычно лишь в одном только направлении. В отношении своей установки буксовальное приспособление — достаточно примитивно, не требует особой точности, как сравнительно грубая конструкция и не представляет никаких сборочных затруднений.



Фиг. 120.



Фиг. 121.

Резервуары.

Те резервуары, которые непосредственно прикрепляются к машине, вполне подходят в отношении своей установки под описанную выше категорию готовых приборов; таким образом нам остается только дать некоторые сведения о резервуарах, располагаемых отдельно от машины. К ним мы причислим всевозможные баки, некоторые типы холодильников, глушители и бомбы со сжатым воздухом.

В большинстве случаев установка резервуаров производится без точных промеров и припиливания. Резервуар просто ставится на полку, подставку, пол или фундамент и иногда привинчивается. После этого проводится соответствующий трубопровод. При окончательном монтаже машины на месте ее постоянной установки резервуары устанавливаются более тщательно и эти работы тогда занимают существенное место в цикле работ по сборке.

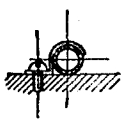
Резервуары высокого давления безусловно должны быть испытаны на пробное давление, (высшее, чем применяемое в работе); опрессовка резервуаров, вообще говоря, осуществляется на полуторное, двукратное и даже трехкратное давление в зависимости от характера материала и условий работы детали, при чем величина пробного давления обычно назначается конструктором. Испытание водой всегда производится на большее (примерно на 40 — 50%) давление, чем таковое же воздухом, если последнее осуществимо и, по техническим условиям требуется. Испытание воздухом, разумеется, является несколько опасным, но оно весьма существенно для выяснения непроницаемости (плотности) резервуара. Его производят после гидравлического испытания и притом под водой, в целях обезопасить опыт и получить наглядное представление о возможной утечке по пузырям. Конечно, нет необходимости прибегать к испытанию перед каждой установкой, но зато на резервуаре должна быть отметка, т. е. свидетельство с определенной датой о произведенном испытании. Стальные бомбы сжатого до 60 атм. воздуха, применяемые для пуска в ход двигателей Дизеля и для обслуживания их компрессоров, должны быть

испытаны гидравлически на 120 на 150 атм. Более редко применяемые чугунные бомбы отливаются в виде толстостенного длинного цилиндрического сосуда с закругленными и особо толстостенными концами. Бомбы ставят стоймя, чтобы вентиль оказался наверху, при чем удобно поместить их в канаву, разобрав для этого немного пол; таким образом они не будут стоять слишком высоко. Обычно для потребностей дизеля требуется сразу ставить 2 или 3 бомбы; в таком случае последние связывают для компактности хомутами и переносят краном с места на место группой по мере возникающей надобности для испытания машин.

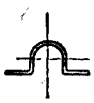
Что касается глушителей или глушительных горшков, то вообще считают правилом, что выхлоп газов тем лучше, чем ближе к машине расположен глушитель; однако, несмотря на это указание, нередко предпочитают вынести его наружу за пределы мастерской, чтобы напрасно не терять ценного места. При установке глушителя следует не забывать, что он подвергается действию определенных толчков отдачи выхлопных газов, которыми при отсутствии закрепления могут быть вызваны некоторые нежелательные сдвиги системы. Кроме того, выхлопной трубопровод к нему должен иметь сальники, компенсирующие тепловое удлинение труб. [1]

Трубы, их укрепление, соединительная арматура, продувка и проба.

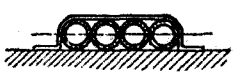
Трубопровод двигателя Дизеля состоит из различного рода труб: применяются трубы железные, стальные, чугунные, красно-медные, желто-медные и, в виде исключения, стеклянные и каучуковые трубки; кроме того имеется многочисленный и разнообразный соединительный прибор для труб. Условно к трубопроводу же могут быть отнесены и некоторые сверления, а также длинные отверстия, выполненные в отливке, предназначенные для циркуляций



Фиг. 122.



Фиг. 123.



Фиг. 124.

жидкостей или газов. Гнутие труб производится по определенным, выработанным практикой приемам, частью в холодном, частью в горячем состоянии. Более подробные сведения по этому вопросу мы даем в приложении; здесь мы отметим только, что выгнуть трубу нужно по правильной дуге и притом так, чтобы в любом поперечном сечении она сохранила свой первоначальный вид (окружность) поперечного сечения. Возможные вмятины всякого рода совершенно недопустимы ибо, не говоря уже о требованиях прочности, качество исполнения труб сильно влияет на общую внешность машины.

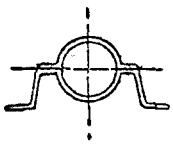
При гнутии сколько-нибудь крупных труб для обеспечения хорошего результата работы желательно сперва приготовить из железного прута образец (шаблон) по месту расположения трубы в машине. Приступая ко гнутию, в каждом частном случае нужно сообразить, что выгоднее выполнить раньше: гнутие ли трубы или постановку на нее частей соединительного прибора.

Что касается укрепления и постановки труб на место, то в этом отношении не встречается никаких затруднений, если только они выгнуты правильно и хорошо монтирована соединительная арматура. Вопрос же о применяемых уплотняющих

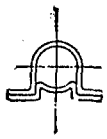
[1] В более редких случаях допускают установку всего глушителя на катках, предусматривая этим его тепловую передвижку.

прокладках мы выделим в отдельную главу. Большею частью бывает, что труба держится на своем соединительном приборе, однако, иногда этого недостаточно и требуется дополнительное укрепление на протяжении ее длины. Для укрепления трубы в этих случаях применяются скобки и хомутики. Скобки типов, указанных на фиг. 122, 123, 124, ставятся для укрепления мелких трубок, при чем тип фиг. 124 применяется для прикрытия сразу целого ряда сближенных трубок, что представляет известную экономию в работе сборки машины. Скобки приготовляются из железа или латуни, представляя элементарнейшую слесарную работу, однако, несмотря на это, желательно по возможности установить штамповочное производство простейших скобок и держать в готовом виде известный запас их на складе, в магазине. Типы хомутов (фиг. 125 и 126) применяются для более значительных труб. При исполнении их ради скорости следует прибегнуть к горячей ковке. Укажем, что ни скобки, ни хомуты описанного вида не нуждаются в специальном пригонянии при их постановке.

Соединительная арматура дизелей весьма разнообразна по форме, соответствуя вообще большому числу труб различного назначения: ее составляют фланцы, шайбочки с соответствующим комплектом нажимных или накидных гаек, муфты, угольники, отводы, ниппеля, тройники, крестовины, американские гайки, наконечники, пробки, трубопроводные краны, клапана и т. д.



Фиг. 125.



Фиг. 126.

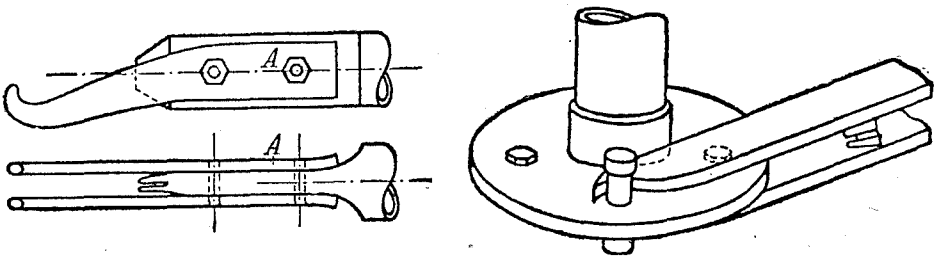
Обычно соединительная арматура укрепляется на трубу при помощи пайки с резьбой (или без нее), наварнвания, надевания в горячем виде, развальцовки или, наконец, постановки собственно на резьбу. Таким приемом закрепляются шайбочки, разного рода наконечники, фланцы и пр. Ответить на вопрос, который из указанных способов предпочтителен, — затруднительно, ибо на каждом заводе доминируют свои взгляды на этот счет. Во всяком случае наибольшее распространение имеют пайка и постановка на резьбу, а также имеет большое практическое значение способ развальцовки.

Налаженная пайка берет вообще немного времени и в опытных руках всегда выполняется скорее, чем соединение через нарезание.

Для примера рассмотрим один случай из практики сборки дизелей: по самому дну фундаментной рамы двигателя Дизеля нередко по типу конструкции должна быть уложена газовая труба для подачи воды, охлаждающей различные части машины. Если машина многоцилиндровая, то по всей длине трубы должны быть поставлены многочисленные отростки трубок для производства охлаждения цилиндров, подшипников, поршней и т. п. Положим, что по существующей рутине для проектирования водяного трубопровода в каждом необходимом месте предусматривается обыкновенный водопроводный газовый тройник; тогда в действительности оказывается, что подобную трубу почти невозможно выполнить, ибо, благодаря тесноте фундаментной рамы, требуется точно соблюсти все расстояния и углы наклона отростков, при чем дело осложняется еще тем обстоятельством, что по характеру соединения на резьбу в случае надобности можно лишь несколько подвинчивать тройники, но их нельзя развинчивать, что приводит к постановке в развинченном виде. Таким образом приходится пойти даже на подрубку фундаментной рамы лишь бы не продолжать нескончаемого выравнивания длин патрубков. Невыгодно еще и то обстоятельство, что применяемые в данном случае тройники сравнительно редко встречаются в продаже в виду больших разниц в размерах труб. Несомненно также, что нарезать трубу большого диаметра весьма тяжело, если не прибегнуть к станку. В результате столь значительного количества затруднений, подлежащих преодолению, труба получается обмятая многочисленными подтягиваниями и в то же время кривая, ибо нарезать правильно от руки нельзя, да и промышленные тройники несколько неточны. Несравненные преимущества в подобном случае может дать пайка. Положив трубу на ее место, размечают на ней все места необходимых отростков и без всяких недоразумений напаивают необходимые отростки и части. Труба получается правильная и прямая.

Соединения на резьбе без дополнительного пропаивания практикуются главным образом для водяного трубопровода и также отчасти для газового трубопровода низкого давления; при этом в обоих случаях больше всего применяются так называемые газовые трубы.

Исполнение самой нарезки нами описано в специальной главе. Здесь мы только укажем некоторые особенности данных случаев. Прежде всего заметим, что в трубопроводе завинчивание на резьбу производится плотно в целях достижения непроницаемости соединения; для этого следует нарезать концы труб «на конус», т. е. так, чтобы лишь начальные «нитки» резьбы ввинчивались свободно, а остальные чем дальше, тем туже. [1] В работе безусловно нежелательно зажимать газовую трубу в тиски, ибо она слишком слаба, чтобы ее можно было зажать достаточно прочно без порчи. Следует для этого пользоваться специальным, впрочем, общеизвестным станком. Для завинчивания трубы, если она не представляет никакого своего рычага, пользуются тоже общеизвестными «газовыми» ключами, с цепочкой и без нее. Наоборот, если труба зажата в станочке, то приходится навертывать части соединений. Для навертывания фланцев можно считать практичным приспособление, показанное на фиг. 127. Это приспособление представляет $1^1/_2$-метровый отрезок двухдюймовой газовой трубы, к сплющенному концу которой привернуты планки *A* с изогнутыми концами. Способ пользования приспособлением ясен из приводимого рисунка.

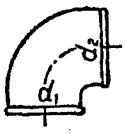
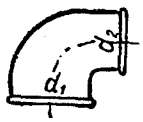
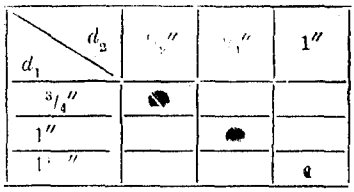
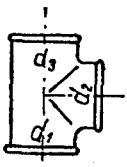
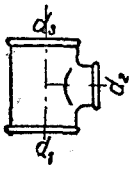
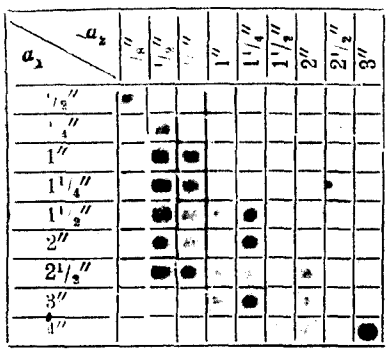
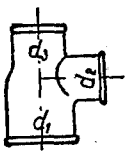
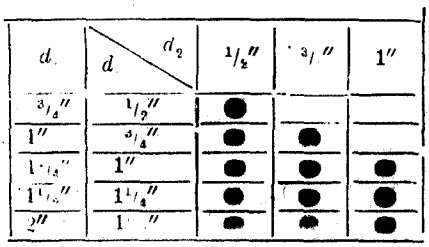
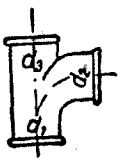


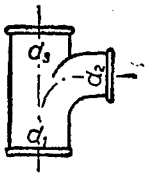
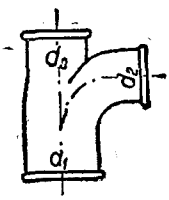
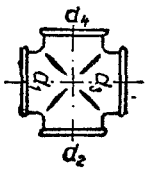
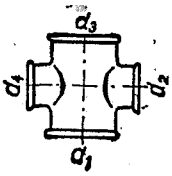
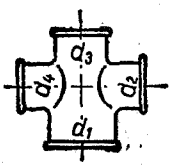
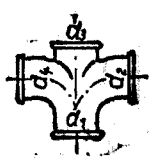
Фиг. 127.

Нарезка сама по себе, как бы туго ни была ввинчена труба, не представляет сколько-нибудь надежного уплотнения и довольно свободно пропускает как воздух, так и воду. Поэтому при постановке соединительного и прочего прибора на резьбу почти всегда прибегают к специальному уплотнению, чаще всего к так называемой постановке «на сурик», а именно: на сделанную нарезку, которая оказывается по ходу работы обильно вымазанной вареным маслом, наматывают тонкий жгут, сделанный из хорошей пеньки (причем, если нарезка выполнена давно, то предварительно смазывают ее разведенным на вареном масле свинцовым суриком); жгут прокладывается по канавке резьбы, начиная с конца трубы, при чем начальный конец его укрепляется устроенным однократным пересечением жгутом самого себя; благодаря промасливанию жгута он хорошо укладывается, при чем следует загладить торчащие нитки пеньки; сверху обмотки обильно намазывают суриком, разведенном на вареном масле, и после этого туго ввинчивают нарезку одной детали в соответствующую нарезку другой. Если пеньковый жгут почему-либо не вошел, как следует, но явно сдирается с нарезки по мере ее ввинчивания, то нужно прекратить ввинчивание и исправить оплошность. В виду этого рекомендуется вообще не наматывать слишком много пеньки, ибо в окончательном итоге всегда окажется лучше тонкий жгут, но хорошо уложенный, чем толстый, но содранный со своего места. Вместо свинцового сурика можно применять и свинцовые белила, которые тоже представляют одну из лучших красок в смысле ее кроющей способности. Однако белила дороже сурика и повидимому действительных преимуществ в сравнении с ним не имеют. Значительная часть трубопроводной арматуры ныне нормализована. Соединительные же части (фиттинги) водяного трубопровода нормализованы уже давно.

Приводим сводные сведения о них в виде выписки из таблиц Общесоюзного стандарта ОСТ. Материал — ковкий чугун.

[1] Мы здесь не говорим о заведомо разъемных частях соединительного прибора, — накидных гайках и пр., где, конечно, применяется нормальная резьба по эталонам или допускам.

Наименование соединительных частей	Эскиз	Сортамент
Угольники прямые $d_1 = d_2$		$^1/_4''$ $^3/_8''$ $^1/_2''$ $^3/_4''$ $1''$ $1^1/_4''$ $1^1/_2''$ $2''$ $2^1/_2''$ $3''$ $(3^1/_2'')$ $4''$
Угольники переходные $d_1 > d_2$		
Тройники прямые $d_1 = d_2 = d_3$		$^1/_4''$ $^3/_8''$ $^1/_2''$ $^3/_4''$ $1''$ $1^1/_4''$ $1^1/_2''$ $2''$ $2^1/_2''$ $3''$ $(3^1/_2'')$ $4''$
Тройники переходные $d_1 = d_3 > d_2$		
Тройники с 2 переходами $d_1 > d_3 \geqslant d_2$		
Тройника с отводами прямые $d_1 = d_2 = d_3$		$^1/_2''$ $^3/_4''$ $1''$

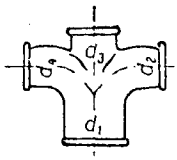
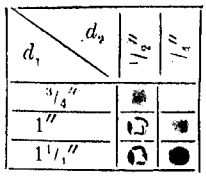
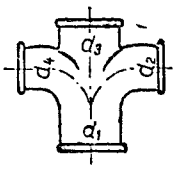
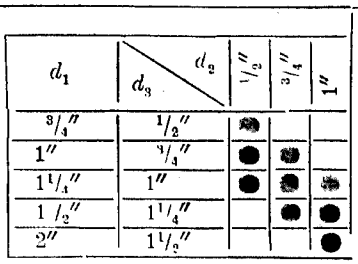
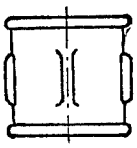
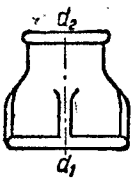
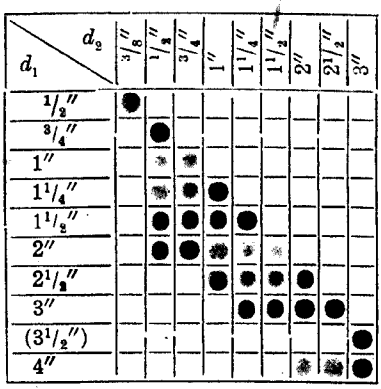
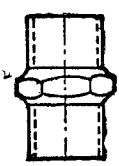
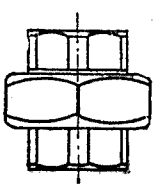
Наименование соединительных частей	Эскиз	Сортамент
Тройники с отводами переходные $d_1 = d_3 > d_3$		
Тройники фасонные $d_1 > d_3 \geqslant d_2$		
Кресты прямые $d_1 = d_2 = d_3 = d_4$		$(^1/_4'')$ $(^3/_2'')$ $^1/_2''$ $^3/_4''$ $1''$ $1^1/_4''$ $1^1/_2''$ $2''$ $2^1/_2''$ $3''$ $(3^1/_2'')$ $4''$
Кресты переходные $d_1 = d_3;\ d_2 = d_4;\ d_1 > d_2$		
Кресты с 2 переходами $d_1 > d_3 \geqslant d_2;\ d_4 = d_2$		
Кресты с отводами прямые $d_1 = d_2 = d_3 = d_4$		$^1/_2''$ $^3/_2''$ $1''$

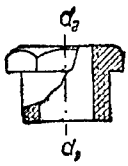
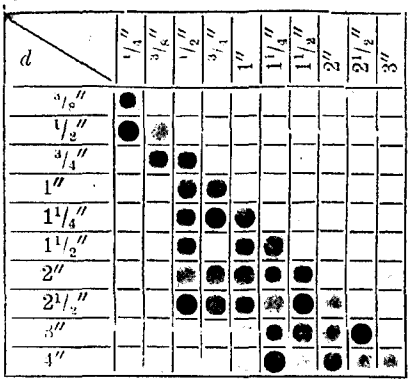
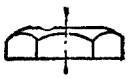
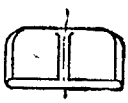
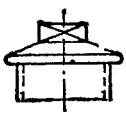
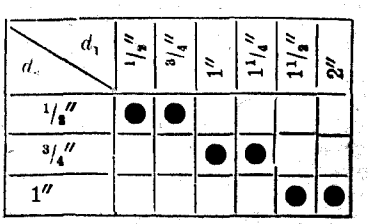
d_1 \ d_2	$1^1/_2$	$^3/_4''$	$1''$	$1^1/_4''$
$^3/_4''$	●			
$1''$	●	●		
$1^1/_4''$	●	●		
$1^1/_2''$	●	●		
$2''$		●	●	
$2^1/_2''$			●	●

d_1	d_3 \ d_2	$^1/_2''$	$^3/_4''$	$1''$
$^3/_4''$	$^1/_2''$	●		
$1''$	$^3/_4''$	●	●	
$1^1/_4''$	$1''$	●	●	●
$1^1/_2''$	$1^1/_4$	●	●	●
$2''$	$1\,^1/_2''$		●	●
$2^1/_2''$	$2''$			●

d_1 \ d_2	$^1/_2''$	$^3/_4''$	$1''$	$1^1/_4''$	$1^1/_2''$	$2''$	$2^1/_2''$	$3''$
$^3/_4''$	●							
$1''$	●	●						
$1^1/_4''$	●	●	●					
$1^1/_2''$	●	●	●	●				
$2''$	●	●	●	●	●			
$2^1/_2''$		●	●	●	●	●		
$3''$						●	●	
$3''$							●	●

d_1	d_3 \ d_2	$^1/_2''$	$^3/_4''$	$1''$
$^3/_4''$	$^1/_2''$	●		
$1''$	$^3/_4''$	●	●	
$1^1/_2''$	$1''$	●	●	●
$1^1/_2''$	$1^1/_2''$	●	●	●
$2''$	$1^1/_2''$	●	●	●

Наименование соединительных частей	Эскиз	Сортамент
Кресты с отводами переходные $d_1 = d_3$; $d_2 = d_4$; $d_1 > d_2$		
Кресты фасонные $d_1 > d_3 \geqslant d_2$; $d_4 = d_2$		
Муфты прямые		1/4″ 3/8″ 1/2″ 3/4″ 1″ 1 1/4″ 1 1/2″ 2″ 2 1/2″ 3″ (3 1/2″) 4″
Муфты переходные $d_1 > d_2$		
Двойные ниппеля		1/4″ 3/8″ 1/2″ 3/4″ 1″ 1 1/4″ 1 1/2″ 2″ (2 1/2″) (3″)
Гайки соединительные		1/4″ 3/8″ 1/2″ 3/4″ 1″ 1 1/4″ 1 1/2″ 2″ 2 1/2″ 3″ 4″

Наименование соединительных частей	Эскиз	Сортамент
Футорки		
Контргайки		(1/4″) (3/8″) (1/2″) 3/4″ 1″ 1 1/4″ 1 1/2″ 2″ 2 1/2″ 3″ (3 1/2″) 4″
Колпаки		1/2″ 3/4″ 1″ 1 1/4″ 1 1/2″ 2″
Пробки		1/2″ 3/4″ 1/2″ 1/2″ 1″ 1 1/4″ 1 1/2″ 2″ 2 1/2″ 3″ (3 1/2″) 4″
Фланцы		(1/4″) (3/8″) 1/2″ 3/4″ 1″ 1 1/4″ 1 1/2″ 2″ 2 1/2″ 3″ (3 1/2″) 4″
Седелки		

Приводим, далее, сведения о нормальных проходах условных внутренних диаметров арматуры и трубопроводов (напр., так называемых газовых труб) в виде выписки из таблиц Общесоюзного стандарта ОСТ.

Диаметры проходов мм	Соответствующая резьба на арматуре и трубах	Диаметры проходов мм	Соответствующая резьба на арматуре и трубах
3	—	76	3″ *труб*
6	1/4″ *труб*	(90)	3 1/2″ »
8	—	100	4″ »
10	3/8″ »	125	5″ »
13	1/2″ »	150	6″ »
16	—	(175)	7″ »
19	3/4″ »	200	8″ »
25	1″ »	250	—
32	1 1/4″ »	300	—
38	1 1/2″ »	350	—
50	2″ »	400	—
65	2 1/2″ »		

Все сколько-нибудь ответственные трубы, а также их арматуру следует продуть сжатым воздухом. Это делается отчасти до постановки на место, отчасти после. Водяной же трубопровод непосредственно после установки испытывается на непроницаемость соединений через пропускание тока водопроводной воды. [1] Часто случается, что по условиям сборки испытывают трубопровод в еще не вполне собранном виде; в таком случае приходится обычно те или иные отростки временно затыкать деревянными пробками.

Кроме водяного трубопровода, у дизеля имеются гораздо более ответственные трубки, например, воздухопроводные высокого давления и пр. К ним применяют лишь особо надежные типы соединений и стараются хорошо исполнить.

Из сказанного видно, что на сборке дизелей допускают производить лишь часть проб трубопровода, полагаясь на испытания, производимые при механическом производстве. Однако, повидимому, было бы осторожнее ввести в условия индивидуальной и серийной сборки машин по возможности полную опрессовку всех трубопроводов и трубопроводных полостей отливок.

Вообще говоря, практикуют гидравлические пробы и воздушные.

Гидравлические пробы в значительной степени безопасны (если не допущено в отдельных местах скопления воздуха и не имеют дело с исключительно жестким материалом) и практикуются в испытаниях на прочность. Их производят путем применения небольшого водяного ручного насоса, которым нагнетается в испытуемый трубопровод вода, содовая вода или смесь воды с глицерином. Указанные растворы — равно как и другие доныне предложенные растворы применяются в целях понижения степени ржавления трубопровода. Нередко также применяют пробу маслом.

Воздушные пробы допускаются не иначе, как после гидравлических и практикуются на плотность (непроницаемость) по пониженной норме давлений. Нагнетание может производиться как отдельным насосом, так и от резервуаров сжатого воздуха с применением в последнем случае для безопасности детандера. [2] Самое выгодное при испытаниях на плотность — опускать изделие в воду и плотность

[1] С операцией пропускания воды следует быть осторожнее, ибо, если машина почему-либо будет значительно облита ею, то окажется необходимым во избежание ржавления обтереть ее тряпкой, на что вследствие сложности машины может потребоваться много времени.

[2] Т. е. специального перепускного клапана, понижающего давление до определенной величины.

определять по возникающим пузырям; однако, понятно, что в условиях сборки двигателей Дизеля по причине громоздкости деталей подобная операция имеет сравнительно ограниченное применение. Другой прием воздушной пробы заключается в поливании водой мест ожидаемого пропуска, причем на мокрой поверхности при пропуске воздуха происходит как бы кипение воды (пузырение). Наконец, и без применения этих добавочных средств протекание воздуха может также распознаваться выслушиванием шипения, свиста или, что гораздо хуже, просто наощупь рукой.

Измерение пробных гидравлических и воздушных давлений производится при помощи установленного манометра.

Заметим, что в сущности, имея в виду цель определения лишь плотности, в отношении воздушных проб можно было бы всегда не выходить из рамок 2 — 3 атм. На практике все же нередко применяют пробные воздушные давления по величине промежуточные между рабочим и давлением гидравлической пробы, т. е. также весьма значительные, целесообразность чего, как сказано, можно до некоторой степени считать недоказанным.

Не включая в рассмотрение некоторых частей бескомпрессорного топливного клапана, подвергаемых весьма высоким давлениям, в двигателе Дизеля мы можем учесть следующие трубопроводы с соответствующими их соединениями: воздушные трубопроводы — пусковой и компрессорный, газовый — выхлопной и жидкостные — водяные, топливный и масляные.

Если мы примем возможное рабочее давление для пускового трубопровода и трубопровода третьей ступени компрессора в 60 — 70 атм., то следует применить гидравлическую пробу обоих трубопроводов в 100 атм. При рабочем давлении для второй ступени компрессора до 20 атм. и для третьей до 6 атм. будем соответственно иметь гидравлические пробы на 35 атм. и 10 атм. [1]

Выхлопной трубопровод обычно не испытывается. Водяной же обычно бывает достаточно испытать на 5 атм.

Пробы топливного и масляного трубопроводов могут назначаться в зависимости от конструкций.

Об уплотняющих прокладках и беспрокладочном уплотнении разъемных соединений.

Для уплотнения фланцевых, шайбовых и прочих непроницаемых соединений трубопровода, а также люков, крышек, корпусов клапанов и т. п. применяются прокладки из весьма разнообразного материала. В этом отношении вполне установившихся взглядов не существует. Таким образом, мы не можем дать сколько-нибудь исчерпывающий ответ на этот вопрос. Кроме того, часто вопрос о прокладках конструктором не решается в определенной форме (по крайней мере для малоответственных уплотнений) и поэтому сборщик должен ориентироваться самостоятельно.

У двигателя Дизеля, как нами уже указывалось выше, имеются следующие трубопроводы и, соответственно, трубопроводные приборы: воздушный высокого давления (до 50 и более атм.), воздушный среднего и низкого давлений (до 20 и 5 — 6 атм.), газовый — выхлопной (тоже низкого давления) топливный [2] масляный и водяной.

Для воздушного трубопровода высокого давления применяются: беспрокладочное красно-медное или другое металлическое соединение, прокладки из красной меди в виде специальных колец, медно-асбестовые, асбестовые и клингеритовые прокладки, «экспельзиоровая» набивка и пр. Беспрокладочное соединение в этом случае обычно осуществляется в виде так называемого соединения

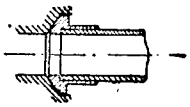
---

[1] Число рабочих давлений в компрессорах различных конструкций Дизелей значительно варьируют.

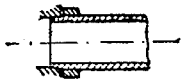
[2] Топливом дизеля являются нефть, мазут, соляровое масло, керосин и пр.

на «конус» (фиг. 128, 129 и 130) или для более мелких трубок «на острую кромку» (фиг. 131). Применяемое красно-медное кольцо можно видеть на фиг. 132, а несколько более сложное на фиг. 96.

Воздушный трубопровод низкого давления уплотняется всевозможными прокладками; при этом оказывается затруднительным даже перечислить их, настолько, в сущности, является мало определенным выбор. Укажем только, что всасывающий воздушный трубопровод оставляется совсем без уплотнения, ибо в данном случае плотности не требуется.

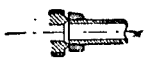


Фиг. 128.

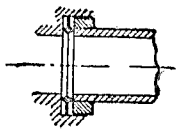


Фиг. 129.

Фиг. 130.



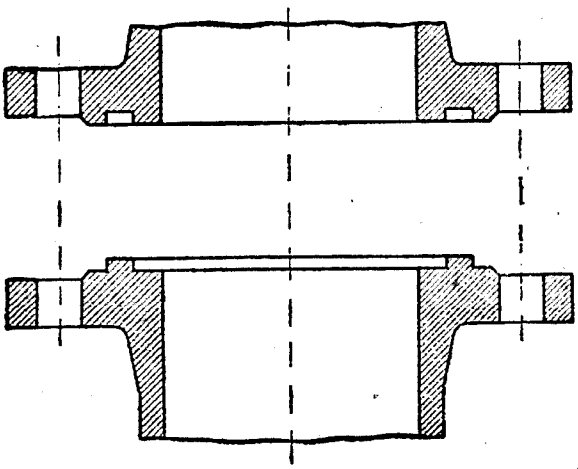
Фиг. 131.



Фиг. 132.

Газовый выхлопной трубопровод обладает счастливым свойством делаться непроницаемым с течением времени от копоти и других отбросов; в нем, в виду высокой температуры, для уплотнения применяют, главным образом, асбест или клингерит. Асбест, а также клингерит, перед постановкой желательно обсыпать и натирать графитом, чтобы прокладка, сделанная из него не прилипала впоследствии к фланцу.

Топливный трубопровод, и в особенности керосиновый, требуют большой плотности в соединениях, ибо в нем весьма легко получается течь. В данном случае сказывается свойство керосина и ему подобных жидкостей — быстро распространяться по металлическим поверхностям и с специфической живостью проникать в малейшие зазоры металлов и пр. материалов.[1] Для достижения надлежащей плотности нефтяного и керосинового трубопроводов прибегают к металлическим (чаще всего красно-медным) беспрокладочным соединениям или соединениям с красно-медными прокладками, т.-е. к тем же средствам, как и в случае воздуха высокого давления.[2]



Фиг. 132а.

За последнее время в местах топливного трубопровода, подверженного высокому давлению (и нередко в целях нормализации и в прочих местах), вводят конструкцию фланцевого соединения с концентрическими пазом и гребнем, между которыми заводится красно-медное специальное кольцо (типа фиг. 96)[3] или же также гладкое медно-асбестовое кольцо. Эти соединительные фланцы ныне нормализованы и в разработке Общесоюзного стандарта ОСТ для условного давления в 100 атм. имеются для проходов от 10 до 250 *мм* (см. фиг. 132а).

---

[1] Мало применим клингерит и не совсем удачны были попытки ввести сурьмяные и свинцовые кольца.

[2] Следует упомянуть еще о разъедающем действии нефти на медь. Поэтому вообще для нефтепровода предпочтительны железо и сталь; однако некоторые заводы с этим фактором не считаются. Что касается соединительных частей, то и в случае железного или стального топливного трубопровода для них применяют только бронзу и медь.

[3] Кроме красной меди для этой конструкции колец может применяться и алюминий.

Если же соединение спроектировано в виде более или менее широкого фланца, то его старательно пришабривают по краске и в качестве уплотняющей прокладки применяют чертежную бумагу.

Масляный трубопровод — наименее капризный в смысле уплотнения; однако, это не означает еще, что допустимо применять всякую прокладку, наоборот, очень многие прокладки подвергаются разъедающему или растворяющему действию масла (кожа, резина, асбест, клингерит). Вполне подходящими надо признать прокладки из бумаги, картона, пропитанного лаком, яловой кожи, материи или фибры и также, конечно, металлическое уплотнение. Чаще всего обходятся совсем без прокладок, даже применяя такой тип металлического соединения, который для какой-либо другой жидкости или газа потребовал бы непременно прокладки: фланцевое соединение уплотняют просто более или менее старательным пришабриванием поверхностей по краске, а известное соединение, состоящее из шайбочки с накидной гайкой, совсем не уплотняют, прослеживая лишь за тем, чтобы шайбочка была по возможности правильно опилена; масло и при таком устройстве не вытекает, даже под сравнительно значительным давлением. Это вообще объясняется тем обстоятельством, что машинное масло по своей консистенции слишком густо, чтобы сколько-нибудь значительно вытекать из ничтожных зазоров. Однако, как раз по этой последней причине следует тщательно выполнять пайку масляного трубопровода с принудительной смазкой, ибо вследствие густоты масла требуется значительный принуждающий к течению напор давления, а плохо пропаенный трубопровод, удовлетворяя условию малой проницаемости, может не удовлетворить условию прочности. Итак, для масла может служить достаточным уплотнением самая умеренная пригонка частей, плотная нарезка и т. п., но, с другой стороны, иногда требуется прочность соединения. Из фланцевых конструкций применяются главным образом гладкие фланцы.

Фиг. 133.

Водяной трубопровод допускает значительное разнообразие в применяемых прокладках и способах уплотнения. Довольно часто встречается соединение металлическое, — притертые «на конус» поверхности; однако, в данном случае особого предпочтения красная медь, как материал, не заслуживает и нередко применяются более твердые материалы — бронза, железо, сталь. Для примера укажем на так называемые «американские» гайки (фиг. 133). Гайки эти так фабрикуются, что конус любой из них должен подойти к конической втулке другой какой угодно гайки данного размера, т.-е. в этих фабрикатах осуществлена взаимозаменяемость частей. Однако, не нужно из этого делать вывод что американские гайки представляют особо точно выполняемое изделие. Дело в том, что требование водонепроницаемости при низких давлениях вообще не представляет особых трудностей к его исполнению, ибо вода обладает свойством, за счет тех или иных загрязнений, образования слизи, окисления поверхности металлов и т. п. постепенно «затягивать» первоначально имеющиеся небольшие течи, так называемую «слезу». Однако, если течь большая, то она не затянется, но наоборот обнаруживает наклонность с течением времени даже усиливаться. [1] Далее, мы можем указать на особый вид металлического беспрокладочного соединения водяного трубопровода, при котором некоторое фланцевое соединение пригоняют более или менее тщательно при помощи пришабривания и перед тем, как поверхности стянуть болтами, смазывают самым легким слоем белил или другой краски или просто вареным льняным маслом. Наконец, имеют применение для фланцев также парусинные, промазанные суриковой краской прокладки. Эти уплотнения пригодны кроме холодной и для горячей воды.

---

[1] Заметим, что указанное выгодное для трубопровода свойство воды также не проявляется на притертых кранах: краны всегда, раз начавши течь, чем далее тем сильнее протекают и, как известно, требуют для своего восстановления новой притирки.

Параллельно «американским» соединительным гайкам «на конус» имеют распространение аналогичные гайки с прокладкой. Последние также стандартизированы ОСТом

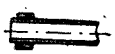
Вообще в отношении прокладок водяного трубопровода следует различать холодную и горячую воду. Для холодной воды применяют кожу, резину и часто резину с вложенным в нее шнуром, а для горячей — рекомендуется промасленная вареным маслом папка (если только не предполагается часто разборка соединения), пли, как указано выше, парусина на сурике. Иногда допускают и клингерит; однако последний с течением времени все же разваривается горячей водой.

Крышки, люки, корпуса клапанов, некоторые кожухи и т. п. уплотняются по существу теми же прокладками, как и трубопровод.

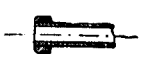
Прокладки при индивидуальном исполнении их на сборке вырезаются ножницами или вырубаются зубилом на большой деревянной тумбе. Для рубки применяют заточенное на острый угол зубило,при чем обычно фигура прокладки предварительно вычерчивается карандашом. Для выбивания на тумбе мелких кружков и небольших дыр применяют специальное цилиндрическое зубило (фиг. 134). [1] Если же требуется сделать стык у прокладки, то его стараются осуществить по одному из типов фиг. 137.

Фиг. 134.

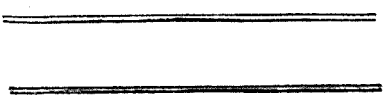
В заключение этой главы дадим некоторый краткий обзор о технических свойствах упомянутых прокладок, придерживаясь, впрочем лишь качественной стороны вопроса. Краспомедные кольца приведенного типа, а также металлические соединения, у которых уплотнение достигается нажимом на некоторую острую кромку, обладают кроме всяких преимуществ все же тем недостатком, что они могут быть сравнительно чувствительны к сотрясениям и равносильно острая кромка их при неблагоприятном случае всегда может так или иначе обмяться; в обоих случаях плотность соединения нарушится. Поэтому, несмотря на высокое качество подобных соединений, их лучше не ставить там, где во время работы машины натягивающую гайку нельзя подтягивать и где кон-



Фиг. 135.



Фиг. 136.



Фиг. 137.

троль затруднителен, а повреждения возможны. Металлические соединения «на конус» безупречны в указанном смысле, но зато они требуют большего поджима. Клингеритовая прокладка, которая изготовляется фабричным путем из асбеста, резины и т. п., применяется, главным образом, для сравнительно больших листовых прокладок. Клингерит является, так сказать, типом, под который подходят многие суррогаты похожих прокладок. Он был выработан для парового трубопровода, а также нашел значительное применение как прокладка для крышек мелких двигателей внутреннего сгорания. Клингерит далеко не столь универсален в отношении своего применения, как это принято считать, — он плохо выносит керосин, нефть, масло и горячую воду, что и ограничивает применение этого весьма хорошего, но, правда, и дорогого материала. Он вполне пригоден для холодной воды.

Асбест следует применять чистый, а не проклеенный, ибо последний после выгорания клея часто обращается в труху. Асбест употребляется в виде довольно толстой папки, шнура или просто массы. Представляя прекрасный материал для уплотнения горячих газов, он, однако, не переносит ни одной из жидкостей: ни воды, ни масла, ни нефти. [2] Улучшенный вид асбестовой прокладки представляет, так называемая, медно-асбестовая прокладка, применяемая в виде готовых колец определенного размера, сделанных из волнистой меди в ком-

[1] Заметим здесь, что в целях удобства подкладывания кружка подкладки, шайбочку трубок лучше делать по типу фиг. 135, чем по типу фиг. 136.

[2] Расплываясь в воде, он легко образует специальное, т. н. асбестовое тесто.

бпнацпп с асбестом; означенные прокладкп представляют следующие преимущества: во-первых, они выдержпвают большпе давлепия, не выжпмаясь и не выдуваясь из своего места, во-вторых, допускают тепловую игру труб, ибо медь несколько пружпнит и, таким образом, прокладка становится то тоньше, то толще по надобности.

Наконец, можно указать еще на прпменяемый сорт асбеста с проложенной внутри металлпческой сеткой.

Резпна является хорошей прокладкой для холодной воды, но дорогой и по существу не лучшей, чем кожаная. О течением времени она всегда прплипает и не выносит самого легкого нагревания без вредных последствпй для себя. Она портптся под действием масла и нефти. С течением времени резина также обычно пересыхает, но, впрочем, может быть в некоторых случаях исправлена непродолжительной варкой в растворе едкой щелочи или нашатырным спиртом. Лучшие сорта резины представляют собственно чистую резину. Плохие же содержат много суррогатных прпмесей. [1]

Кожа представляет прекрасную прокладку для холодной воды. Она, как и резина, портится от масла, нефти и нагревания. С течеппем времени обычно кожа пересыхает па воздухе, теряя свою мягкость, а долго находясь в воде, пли сырости иногда сгнивает. Кожа, как правило, несколько дешевле хорошей резины.

Папка, промасленная вареным маслом, применяется довольно толстая и является весьма дешевой и хорошей прокладкой для горячей и холодной воды. Недостатком ее является то, что она скоро становится совершенно твердой вследствие высыхания масла, при чем после разборки соединения не может быть поставлена снова; неприятно также и то обстоятельство, что фланцы соединения при применении подобной прокладки оказываются залптыми вареным маслом, сравнительно трудно соскабливаемым после высыхания.

Что же касается применения картона и бумаги, смазанных машинным маслом пли даже керосином и нефтью, то можно сказать, что иод влиянием этих жпдкостей бумага не только не размокает, но становится едва ли не прочнее, чем в сухом виде.

О сальниковых набивках.

Мягкие сальниковые набивки применяются в виде шнуров пеньковых, хлопчатобумажных и асбестовых, пропитанных тальковым раствором и пр. Как правило, нужно считать, что выгоднее пользоваться квадратными шнурами, а также треугольными. За подробностями мы отсылаем читателя к литературе по конструированию и сборке паровых машин. В этом отношении у дизелей с цилиндрами «одностороннего действия» никаких специфических особенностей не имеется; специального же вопроса о дпзелях с цилиндрами «двустороннего действия» мы находим возможным не касаться.

Набивки забиваются очень туго: ибо для осуществления плотности обыкновенно прибегают к предварительному заколачиванию их молотком и лишь после этого затягивают буксу. К смазочному материалу набивки нередко добавляют графит.

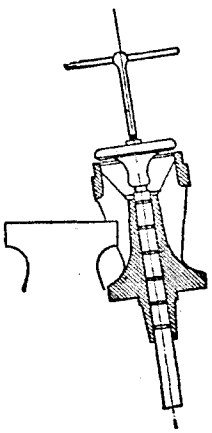
Относительно металлических сальниковых набивок мы не распространяемся, ибо они во всех своих частях вполне назначаются конструктором машины без предоставления какой-либо существенной инициативы сборщику. Практикуется также постановка готовых сальников с металлической набивкой, покупаемых от соответствующей фирмы, специализировавшейся на этом производстве.

---

[1] Для облегчения резания резины ее лучше всего поливать в месте резания глицерином, который в дальнейшем легко смывается водой. Можно также прибегнуть к помощи машинного масла, вазелина или крепкого водного раствора едкой щелочи.

Притирка клапанов. Шлифовка втулок плунжеров.

Притирка или пришлифовка клапанов (а также кранов) является для сборщика машины на заводе работой до некоторой степени случайной, ибо обычно клапана и краны поступают в сборочную мастерскую в готовом виде. Но эта работа может легко возникнуть уже после первой пробы машины. В частности, в двигателях Дизеля чаще всего приходится вторично пришлифовывать выхлопные клапана, которые способны коробиться от повышенной температуры, а иногда то же происходит и с впускными клапанами. Пришлифовыванию подлежит кольцеобразная коническая поверхность клапана и его седла, которые служат для достижения плотного запирания данного резервуара, напр., полости цилиндра машины. Для притирки применяют шлифовальные порошки из природных или искусственных материалов: наждак, карборунд и т. п. Во всяком случае желательно иметь не менее двух номеров данного порошка, различая их по степени крупности зерен, при чем более крупный должен производить в работе довольно заметный штрих по металлу, более мелкий же должен быть настолько мелким, чтобы металл из-под него получался не матовым, но с заметным блеском. Эти порошки применяются в виде мази, составленной на машинном масле. Вынув клапан вместе с седлом, если это допускает конструкция, и сделав необходимую разборку частей, приступают к работе пришлифовывания. Для удобства и точности работы является желательным, чтобы ось клапана во время притирки была приблизительно вертикальна. Обычно укрепляют седло в тиски и, взявшись руками за специальный, ввинченный в тарелку штопор (фиг. 138), притирают клапан к седлу, при чем вес клапана с его вентилем, благодаря вертикальному положению, способствует своим нажимом; иногда же для усиления действия искусственно загружают клапан. Кроме того применяется и другой прием: закрепив в тисках сам клапан, притирают к нему седло; этим путем достигается та выгода, что благодаря значительному весу седла обеспечивается хороший нажим. Конечно, возможны и такие типы клапанов, которые не имеют специального вынимающегося седла. Притирку таковых приходится производить в менее благоприятных условиях.



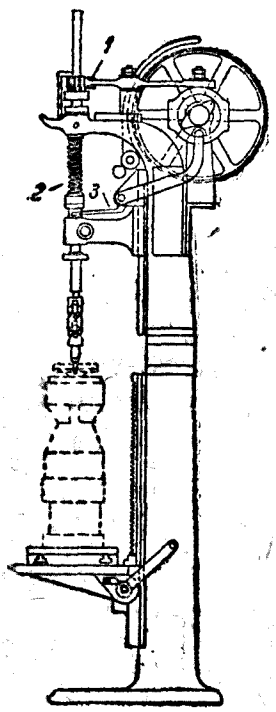
Фиг. 138.

Процесс шлифования заключается в следующем: намазывают пальцем подлежащую шлифовке поверхность, сперва применяя более крупный притирочный порошок; затем, начинают приподнимать клапан [1] и сразу бросать его на седло, делая сейчас же быстрый поворот приблизительно на 90° и т. д. Таким образом, мы видим, что для притирки не требуется полного вращения клапана относительно седла; однако изредка видоизменяют взаимное расположение клапана и седла, чтобы притираемая поверхность не сделалась случайно ассиметрически односторонней. Частое приподнимание клапана приносит ту пользу, что этим постоянно выравнивается слой мази на поверхности. Важность последнего обстоятельства выяснена ниже (см. приложение). В первый момент мазь действует очень энергично, но скоро наблюдается сильное ослабление режущей способности порошка; что же касается возможной переработки порошка до степени непригодности, то таковая, наоборот, наступает очень не скоро. Итак, при желании можно экономить порошок; однако мы не советуем этого, — наоборот, лучше часто вновь намазывать поверхность, что значительно ускоряет работу и полезно еще и в том отношении, что одновременно способствует уравниванию пласта мази на металле. В первое время шлифовки, пока еще тарелка клапана далеко не доведена до желаемой плотности лежания и еще целые области клапана или седла не соприкасаются между собой (что хорошо

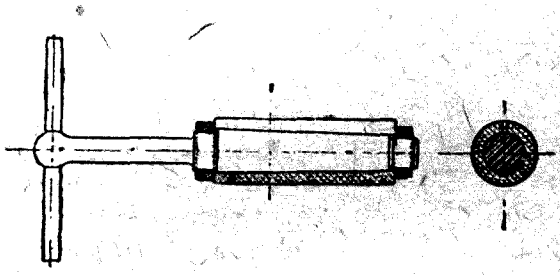
[1] Мы принимаем в рассмотрение, что седло зажато в тиски.

видно по различию оттенков поверхностп), следует пользоваться только крупной мазью. Лишь к концу работы, когда тарелка клапана уже ровно отшлифована крупной мазью, переходят к мелкой мази. По мерс хода работы следует изредка производить пробу для распознавания степени достигнутой пришлифовки: для этого клапан и седло немного обтирают от мази и проводят на поверхности уплотнения седла (или клапана) несколько узких черт мелом по направлению геометрических образующих конуса; потом, слабо бросают клапан на седло и поворачивают его на самый незначительный угол; если клапан вполне пришлифован, то все черты будут сразу стерты, в противном случае они частично останутся.

Завод «Русский Дизель» в Ленинграде рационализировал операцию притирки клапанов двигателя Дизеля. За отсутствием специального станка на этом заводе был приспособлен небольшой сверлильный станок, при чем оказалось необходимым в его движущихся частях ввести переделки: вместо обычного вращательного движения шпинделя с небольшой продольной подачей, шпинделю придано попеременно вращательное движение слева направо и еще продольное вертикальное вверх и вниз с применением эластического (пружинного) нажима вниз. Совокупность этих движений совершенно подобна тем, которые применяются при притирке клапанов вручную. Указанный переделанный сверлильный станок показан на фиг. 139. Попеременно вращательное движение в конструкции достигается применением качающегося движения зубчатого сектора *1*, поворачивающего цилиндрическую шестерню шпинделя, а движение вертикальное вверх и вниз достигнуто при помощи пружины *2* и отжи-



Фиг. 139.



Фиг. 140.

мающего его рычага *3*; кроме того, во избежание перекосов, в конструкции в нижней части шпинделя введен карданный шарнир.

Ввиду кропотливости притирки клапанов вручную, указанное рационализаторское приспособление на практике экономически вполне себя оправдало.

Шлифовка втулок плунжеров (и также небольших цилиндрических золотников). Может случиться, что некоторый плунжер (поршенек), напр., плунжер от нефтяного насоса, обнаруживает заедание. В таком случае нужно несколько отшлифовать втулку, в которой он ходит.

На специальную оправку, имеющую рукоятку, надевают разрезную притирочную муфту из красной меди, которую подвинчиванием гайки оправки можно доводить до желаемого диаметра (фиг. 140). Муфта смазывается весьма жидко разведенной мазью из притирочного порошка. Вставив ее не очень туго в шлифуемую втулку, производят при помощи рукоятки некоторые повороты и часто дают большие поступательные движения вперед и назад (отметим сходство этих движений с движениями описанной притирки клапанов), при этом со всею тщательностью следят, чтобы не получалось неравномерного расположения кам.

Нужно также стараться не разворачивать втулок «на конус», что обычно является результатом торопливой работы. По мере надобности подтягивают гайку оправы, увеличивая тем диаметр притирочной муфты. Подобной работой довольно скоро достигается увеличение диаметра шлифуемой втулки на несколько сотых миллиметра.

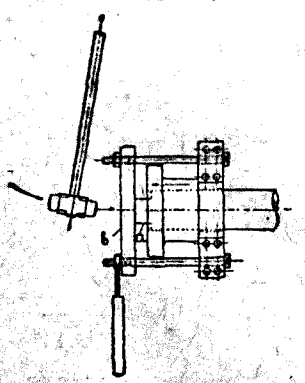
Привинчивание бланков-характеристик машины.

Обычно на всякой машине бывают прикреплены определенные металлические дощечки с наименованием фирмы, указанием № машины, цилиндра, эффективной мощности, числа оборотов, года сборки машины и т. п.

Прежде всего следует озаботиться, чтобы эти бланки не были перепутаны и в данном месте была привинчена именно та, которая требуется. Привинтить нужно на видном месте крупной детали с передней стороны машины, напомним, что у дизелей передней стороной считают сторону распределительных рычагов. Бланки выштамповываются из тонких латунных листов или отливаются. Из эстетических соображений и для усиления видимости написанного на них, бланки обычно частично оксидируются или окрашиваются (лакируются). Тонкие штампованные бланки приходится всячески оберегать от обмятий. Они привинчиваются небольшими шурупами. Чтобы получить более плотное лежание пластинки на предмете, нужно перед постановкой плавно выгнуть пластинку так, чтобы под действием своей упругости она хорошо прижалась в промежутках между шурупами при привинчивании.

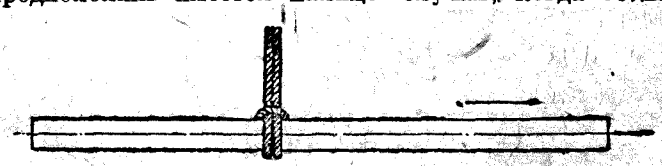
Случайные работы сборочной мастерской.

Нет сомнения, что чем лучше поставлено производство, тем меньше остается места для «случайных» работ. Действительно, в группу случайных работ большею частью входят такие работы, которые вызваны теми или иными допущенными оплошностями. Таким образом понятно, что эта глава может быть произвольно пространной, но мы ограничимся немногим, ибо не находим возможным затруднять внимание читателя перечислением давно известных способов простейших монтажных работ, не прямо относящихся к делу, но в то же время слишком недостаточно описанных.



Фиг. 141.

Снимание плотно засевшей муфты. Предположим имеется налицо случай, когда большая



Фиг. 142.

съемная муфта так или иначе была насажена на вал гораздо крепче, чем того требуют соответствующие нормы. [1] Подобные условия может создать также возникшая ржавчина или, например, допущенное вареное масло, которое успело застыть и т. п.

Положим, нам не удается снять муфту прямыми ударами свинцовой кувалды и также почему-либо нельзя прибегнуть к специальному прессу. В таком случае приходится прибегнуть к следующим средствам (фиг. 141): на торец вала аккуратно накладываем железную шайбу *a*, на которую в свою

[1] Нормальной для съемной муфты признают такую пригонку, при которой сравнительно легким наколачиванием можно ее загнать до половины, а дальнейшее надевание достигается сильными ударами свинцовой кувалды. Эта же норма, но в обратном порядке сохраняется и для снимания муфты.

очередь кладем массивную железную же доску *b*, сболченную так или иначе с муфтой; при помощи большой трубы со всей силы крепят гайки и одновременно с этим наносят сильные удары стальным молотом по середине доски (благодаря значительной массе вала эти удары молотом до некоторой степени скрадываются в самом теле вала и не могут иметь вредных последствий в отношении подшипников, в которых он лежит). Мы видим, что по сравнению с простым способом сбивания муфты свинцовой кувалдой, в данном случае получаются следующие преимущества: во-первых, центральный удар, во-вторых, применимость стального молота, в-третьих, одновременная помощь от крепления гаек болтов.

Если и этого мало, то можно вместо ручного молота приспособить тарап (фиг. 142) на одном, или лучше двух канатах. Понятно, что при двойной подвеске тарана, т. е. подвеске в двух точках, да еще с оттянутыми в каждой подвеске на две стороны канатами, он получается вполне паправленным, что полезно при работе особо тяжелым тараном, но излишне при легком. Тараном может послужить какой-нибудь старый массивный вал. При работе подобным орудием можно развить достаточную силу удара, при чем в этой работе во избежание повреждений машины желательно соблюдать осторожность. Иногда оказывается выгодным для успешности снимания произвести прогревание муфты. Прогреть муфту на практике можно либо большими керосиновыми горелками, либо подвешенной жаровней, либо при помощи устройства как бы костра из концов, пропитанных керосином или нефтью. Можно также прибегнуть к прогреванию паром. В особых же случаях иногда пользуются каким-либо подходящим расплавленным металлом, напр., расплавленным свинцом.

Вынимание «заевшей» втулки цилиндров. Нижеописанная «случайная» работа вынимания «заевшей» втулки цилиндра старого двигателя [1] возможна в сборочной мастерской по линии ремонтного заказа, напр., когда втулка цилиндра по состоянию своей рабочей поверхности требует расточки и в то же время расточка невозможна, ибо должна привести к недопустимому утонению толщины стенок втулки, т.-е. когда смена втулки по существу является неизбежной. Работа эта в своем содержании сходственна с только что описанной работой по сниманию плотно засевшей муфты.

Поскольку вдавливание цилиндровых втулок нормально в заводских условиях производится посредством сильных гидравлических прессов, постолько и вынимание их, вообще говоря, следует производить прессом. Однако практикуют производство работы и без применения пресса.

Втулка цилиндра введена в свое гнездо (рубашку цилиндра) с натягом, т.-е. при изготовлении ее внешний диаметр несколько больше внутреннего диаметра гнезда. Благодаря этому имеет место большой взаимный зажим частей. Кроме того с течением времени обычно вследствие разных причин происходит дальнейшее увеличение трения взаимного прилегания втулки и ее гнезда.

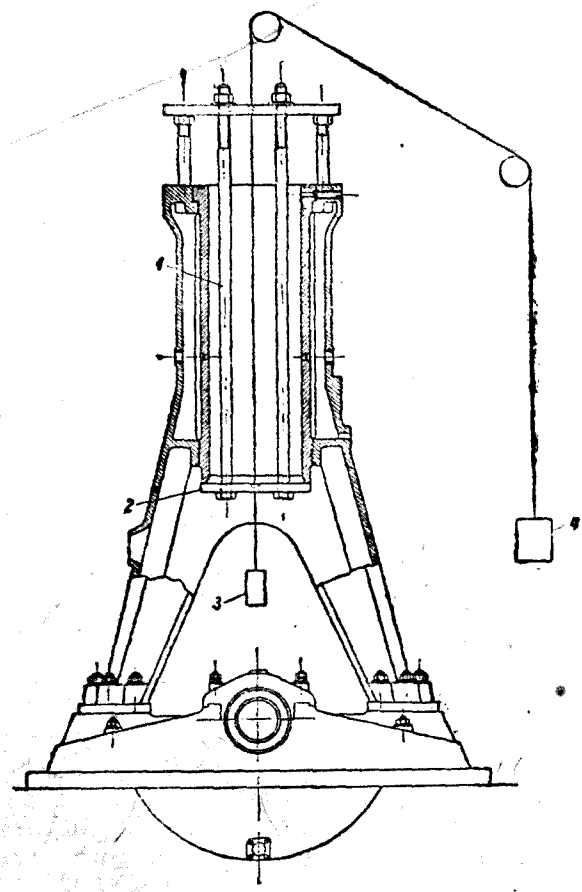
Прежде всего нужно освободить внутреннюю полость рубашки цилиндра от возможной накипи и осадков. На 15 — 20 часов заливают полость 15% раствором соляной кислоты (если совсем нет накипи, то можно к этой операции не прибегать). Затем хорошо промывают полость водой.

Вывинтив смазочные и индикаторные штуцеры а также вынув нижнюю сальниковую набивку или чеканное красномедиое уплотняющее кольцо, приступают к самому процессу выбивания втулки из ее гнезда.

Способ состоит в том (фиг. 143), что через втулку пропускают два или несколько болтов *1*, при затягивании верхних гаек которых втулка за нижний диск *2* выжимается из своего гнезда вверх. Для успеха дела к этому выжимающему действию болтов необходимо присоединить еще ударное действие, которое осуществляется в способе нижеописанным образом. Масса *3*, подвешенная на двух блоках, как показано на фиг. 143, опускается и за счет груза *4* может наносить на диск *2* удары с размаху. Это расположение позволяет развить достаточно

[1] «Тепло и Сила», № 11, 1928.

сильные удары. Впрочем к системе снизу диска *2* возможно еще приспособить поджимающий домкрат. Болты *1*, конечно, следует подтягивать равномерно. Укажем далее, что было бы неосторожностью в процессе рассчитывать только на силу наносимых ударов, которые могут быть, вообще говоря, доведены до степени разрушения частей двигателя. Во многих случаях является целесообразным прибегнуть параллельно также к термическому воздействию, а именно: втулку цилиндра заполнить холодильной смесью 1 : 1 льда и поваренной соли, способной понизить температуру до — 18°, что, с одной стороны, выгодно уменьшает диаметр втулки, с другой — приводит к сильному термическому, целесообразному в данном случае стягиванию охлажденных болтов *1*, в то же время рубашку цилиндра снаружи можно подогревать большими лампами или кольцевыми жаровнями, что поведет опять же к термическому выгодному в данном случае расширению цилиндровой рубашки.



Фиг. 143.

Кроме описанного способа, на заводах имеет применение и способ выбивания втулки цилиндра тараном при положенной станине-цилиндре горизонтально и упирании в прочную степу ее верхней части.

Возможны, наконец и такие случаи, когда даже описанные весьма энергичные средства вынимания втулки из цилиндра окажутся недостаточными и остается только втулку разрубить и вынуть кусками.

Против всех заеданий, причиненных ржавчиной, в машиностроении, имеется определенное средство — керосин. Керосин обладает свойством чрезвычайно быстро распространяться (смачивать) по металлической поверхности, нисколько не затрудняясь при этом тониной зазора и ржавчиной, ибо, наоборот, он легко пропитывает последнюю. Керосин, повидимому, понижает трение металлов друг по другу и, кроме того, уменьшает способность ржавчины и всякой металлической пыли затирать, так сказать, зацементовывать зазоры.

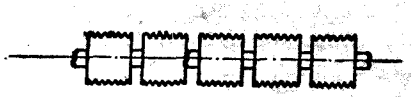
Положим, имеем определенный случай: нужно разобрать сильно з а р ж а в е в ш и й т р у б о п р о в о д из газовых труб. Для этого, во-первых, нужно крепко простучать ручником заевшее соединение, отчего хрупкая ржавчина нарушит свою монолитность и тем самым сильно ослабится, и, во-вторых, облить соединение керосином; после этого можно попытаться, при соответствующем з а к р е п л е н и и в тисках или специальном станочке, развинтить части. [1]

[1] Подобный казус не может случиться с такими деталями, которые собраны для продажи, т.-е. изделиями, но случается со своими, так сказать, хозяйственными вещами, например, с трубами и горшками выхлопного набора, который имеется в немногих комплектах и временно приспосабливается к той или иной испытываемой машине на сборке. Затем, также значительное заржавление может обнаружить старый водяной трубопровод.

Более энергичным средством для разборки сильно «заевшего» трубопровода является следующий: обливают соединительные части труб (напр., муфту, угольник и пр.) струей расплавленного свинца, собираемого в заранее подставленный котелок (второй), в котором свинец в дальнейшем снова может быть расплавлен. Получающийся быстрый и сильный нагрев соединительной части, ведущий к внезапному ее расширению, позволяет легко «стронуть» навинченную часть ключом, после чего дальнейшее отвинчивание ее уже не представит больших затруднений.

Сильно заржавевшие болты приходится при разборках сбивать молотом: сбивание и ломание стальным молотом представляет самый скорый способ разрушить болт. По головке болта или заевшей гайке противоположного конца наносят сильный боковой удар большим молотом и болт обламывается «на скалывание». Сам по себе, в особенности в ржавом виде, болт представляет настолько незначительную ценность, что подобная работа вполне допустима и с экономической точки зрения.

Заделывание отверстий. Нередко случается, что при сборке большой и сложной машины сделаны те или иные ошибки во время высверливания дыр; случается и так, что за время сборки решено было почему-либо изменить чертежи в отношении расположения высверленных мест. В обоих случаях требуется заделать неправильно высверленные отверстия. Для этого делают в них нарезку метчиком (лучше «газовым», т.-е. с мелкой резьбой) и туго ввинчивают железные (вообще из ковкого материала) пробки.



Фиг. 144.

Эти пробки вытачиваются на станке в виде целого столбика, состоящего из ряда пробок, как показано на фиг. 144. Ввинтив первую при помощи стопорной гайки, мы не затруднимся отломить ее от всех остальных, хотя бы при помощи свинцовой кувалды. Так могут быть использованы одна за другой все пробки, кроме разве последней, которую неудобно ввинчивать, если она к тому же специально не приспособлена устройством какой-либо подходящей головки. Срезав затем ножовкой и сгладив пилой завинченные пробки, немного проклепывают их с лицевой стороны ручником по краям, чтобы сильнее укрепить и сделать более незамстными. Если же желаем избежать возможной водяной течи, то пробку должны поставить на пеньке и сурике как было описано выше, а если нужно уплотнить заделанное отверстие против утечки керосина и т. п. или газов, то лучше прибегнуть к пропаиванию (полуде), чем кроме того исключается надобность в проклепывании пробки.

Наращивание материала. Эта нежелательная операция производится следующим образом: положим, случилось так, что некоторый кожух оказался недостаточен по своим размерам и дает большие щели или, напр., «рабочая» поверхность небольшого кронштейна слишком много прострогана и т. п. и в результате нужно добавить, наростить материал, тогда прежде всего старательно пришабривают добавляемый кусок к соответствующим поверхностям и привинчивают его винтами. После этого опиливают насколько требуется. Конечно желательно добавление материала сделать возможно незаметным, поэтому предпочитают шурупы поставить так, чтобы шлицы (прорезы) для отвертки ис сохранялись после опиливания; равносильного результата можно достигнуть, если вместо винтов завинтить шпильки из мягкого ковкого материала и расклепать их «впотай», — это так называемые винтовые заклепки. Заметим в заключение, что получившийся шов, будучи опилен, становится мало заметным, потому что заусеницы от опиливания хорошо маскируют щель.

Обработка мест твердых заварок производится наждаком, например, специальной пилой, сделанной из наждака, или лучше наждачным кругом. По существу задания заваренные места вовсе не должны быть непременно твердыми, но это часто случается при заварке чугунных изделий,

когда чугун частично сильно отбеливается, после чего он не поддается обработке обычными стальными инструментами.

Обезвреживание трещин отливок. Сложные отливки нередко дают те или иные трещины; считать каждую образовавшуюся трещину недопустимой было бы слишком невыгодным для производства, тем более, что и на самом деле это не так. По обнаружении трещины следует прежде всего совместно с наиболее опытными мастерами обсудить вопрос о допустимости таковой и тогда принять меры к ее обезвреживанию. Дело в том, что всякая трещина в материале имеет наклонность со временем от сотрясения и пр. причин распространяться. Для того, чтобы прекратить это весьма нежелательное явление, достаточно, тщательно высмотрев конец трещины, просверлить в этом месте отверстие; по понятным из теории упругости причинам, дальнейший ход трещины тем самым прекратится. При желании получившееся отверстие можно заткнуть металлической пробкой и закрасить. Тогда место исправления и трещина вовсе не будут видны. Впрочем, за последнее время все чаще и чаще стали прибегать к заваркам.

Обдувание деталей сжатым воздухом.

Как видно из предыдущего, в сборочной мастерской весьма полезно иметь в распоряжении сжатый приблизительно до пяти атмосфер воздух. Им пользуются для приведения в действие пневматических сверлильных и прочих машинок и он же широко применяется для обдувания деталей в целях очистки фланцевых поверхностей прилегания и целых полостей от пыли, стружек и грязи. Струя 5-атмосферного воздуха настолько сильна, что отчасти способна срывать с поверхности даже ржавчину. С другой стороны, это налагает обязанность быть осторожным при обращении со шлангом. Кроме силы струи воздуха и сама величина отдачи реактивного действия шланга представляет некоторую опасность; действительно, выпущенный случайно из рук шланг легко может нанести ушибы.

Когда в шланг пущен воздух, перегибают шланг у рабочего конца до степени полного застопоривания воздуха, потом направляют наконечник куда нужно и, играя на перегибе, регулируют силу обдувания. Также было бы возможно иметь на наконечнике соответствующие дросселирующие устройства.

Правильный порядок очистки пригоняемых поверхностей, как указывалось, состоит в следующем: сперва нужно соскоблить приставшую грязь широким шабром, потом сбить заусеницы и зарубки, бегло пройдя всю поверхность шлифной пилой и, наконец, завершить очистку обдуванием сжатым воздухом. Иногда же применяется, кроме того, мытье керосином.

Ответственные части. Подготовка к пуску машины в ход.

Заводская сборка машины должна быть доведена до полной готовности к пуску в ход, при этом не должно оставаться никакой неуверенности в ее ответственных частях. Ответственными частями мы назовем прежде всего коленчатый вал, шатун, поршень, цилиндры как «рабочие», так и компрессорные, цилиндры продувочного насоса, — словом, части так называемого «механизма шатуна и кривошипа», далее, органы распределения, — клапана, кулаки, рычаги и пр. Таким образом наиболее важными с точки зрения правильности хода машины мы, вообще говоря, считаем, те части, которые могут быть отнесены к основным по самому принципу работы двигателя Дизеля. Затем, тоже ответственными частями следует признать детали несколько опасные в работе как, например, трубопровод и соединительный прибор высокого давления, большие маховики и т. п. Наконец, следует быть уверенными в сборке сложных приводов, ибо небрежная сборка их, если даже они сравнительно малоценны, может так или иначе повести к большим задержкам и всяким неприятностям при пуске в ход. Ценные по своей стоимости детали точно также должны быть особенно тща-

тельно собраны, ибо с одной стороны их особенно нежелательно испортить, с другой — иногда затруднительно сразу заменить в случае порчи.

Необходимо обращать особое внимание на то, чтобы к моменту пуска машины в ход над поршнем не оказалось большого количества масла, нефти или воды, ибо вследствие этого может произойти катастрофа и даже почти полное разрушение машины. Точно также некоторую угрозу прочности всей машины представляет недостаточно плотная притирка топливного клапана, ибо нефть, поступая не во время и в слишком большом количестве, легко дает преждевременные вспышки и, соответственно, получается чрезмерное давление в цилиндре и большие толчки. Об опасностях зависящих от недостаточной притирки других клапанов крышки, см. ниже.

Непосредственная подготовка к пуску в ход состоит в следующем: устанавливают вблизи двигателя и соединяют соответствующим трубопроводом временные бак для нефти и бак для масла, которые непременно должны быть снабжены фильтрами, группы бомб с сжатым 40 — 50 — 60 атмосферным воздухом, служащие также для функционирования топливного клапана, затем устанавливают временный выхлопной трубопровод, [1] приключают к водопроводу водяной трубопровод и испытывают его, если это не было сделано раньше, наливают масло в масляные приборы, затем, ввинчивают в крышки цилиндров индикаторы, ставят загородки вокруг маховика во избежание возможных несчастных случаев, устанавливают динамо-машины с распределительной доской и реостатом или какой-либо другой прибор — тормоз, служащий для определения мощности двигателя, а также прочие регистрирующие приборы: тахометр, манометры, термометры и пр. [2]

Является целесообразным перед пуском двигателя произвести следующие поверочные работы: испытать на плотность давлением водяной трубопровод водой, а масляный — маслом; обнаруженные неплотности нужно устранить; затем, проворачивая двигатель, выяснить, течет ли масло; испытать давлением воздухопровод, при чем в воздухопроводе к топливному клапану никакой, даже самой малейшей неплотности не допускается; проверить сжатым воздухом, при открытом индикаторном кране, [3] правильную работу (отсечки) распределительных клапанов в том числе и топливного, причем границы открытия и закрытия клапанов определяются по шипению и свисту проходящего воздуха или прекращению таковых; специальным набором щупов нужно проверить зазоры между роликами рычагов и кулачными шайбами механизма распределения в том его положении, когда кулак шайбы не набегает на ролик и пр. Весьма целесообразно до пуска двигателя пробуксовать его по крайней мере на две полных окружности и более при открытых индикаторных кранах, чтобы убедиться, что весь кинематический цикл механизмов протекает правильно и что в цилиндрах нет скопления воды или другой жидкости.

Пуск в ход двигателя Дизеля производится при определенном пусковом положении частей машины. В это положение нужно отбуксовать машину. Требуется, чтобы при пуске сжатым воздухом первым начал работать цилиндр, ближайший к маховику; следовательно, машину нужно так отбуксовать, чтобы кривошип этого цилиндра оказался немного впереди своего верхнего мертвого положения при впуске, напр., в начале расширения по теоретическому циклу его работы.

Наконец, приносят комплект ручных масленок, запасаются необходимым ручным инструментом, собирают необходимый персонал, заготовляют тетрадь для записывания и пр. Когда все исправно и заготовлено, можно пустить машину в ход.

---

[1] Выхлопной трубопровод до глушителя должен иметь по крайней мере один сальник для того, чтобы при нагревании он мог свободно удлиняться.

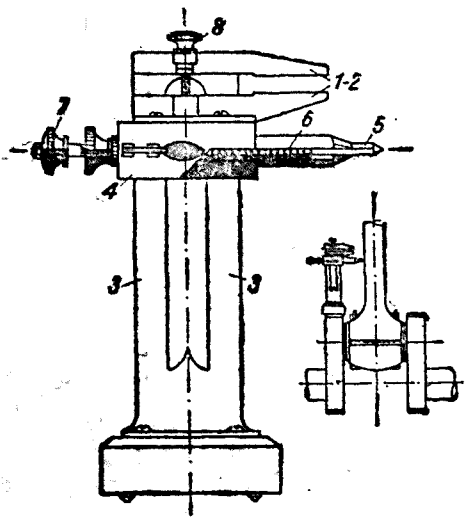
[2] Часть этих приборов может входить в число постоянных приборов машины.

[3] Во время проворачивания двигателя Дизеля вообще во всех цилиндрах следует открыть индикаторные краны, чтобы совершенно исключить возможность самопроизвольной работы двигателя, что может при неожиданности представлять опасность для работающих.

Пробный пуск в ход и испытание машины; о неисправностях пуска и хода.

При первых пробах машины[1] обычно присутствуют инженер-сборщик, инженер-конструктор, мастер и самые опытные мастеровые; новички всегда теряются в моменты первого пуска машины и потому могут быть скорее вредны для дела, чем полезны. Нужно быть во всяком случае готовым к возможным неожиданностям, поэтому безусловно нежелательно для завода, чтобы на первой пробе присутствовал кто-либо из официальных приемщиков. Полезно для дела, чтобы кто-либо из мастеров взял на себя труд командования в отношении принятия тех или иных необходимых мер при пуске машины и во время ее хода. Инженеры же обычно несут контрольную функцию.

Пускание дизеля в ход состоит в следующем: подают воду в водяной охлаждающий трубопровод, качают вручную нефть до заполнения им всех соответствующих трубок, убедившись, что нефть из пробных кранов выходит без пузырьков, заполняют точно также маслом все трубки маслопровода, затем, убедившись также, что машина хорошо смазана и поставлена в надлежащее пусковое положение ее кривошипов и букс рычагов (в положение действия пускового клапана) быстро[2] открывают вентили бомбы сжатого воздуха и, дав машине разбежаться оборотов на 8—10, а иногда и до 15,[3] переводят буксу рычагов на нормальную работу нефтяного и прочих клапанов, при чем в случае многоцилиндровых машин включение рычагов на их нормальное функционирование обычно производится последовательно по одиночке, иногда группами и более редко всех сразу. Очень часто за израсходованием сжатого воздуха не удается дать машине 15 оборотов, но приходится довольствоваться гораздо меньшим числом, в таком случае нельзя быть вполне уверенным, что пробный пуск осуществится тем более, что трение в неработавшей еще машине всегда может иметь отступление от нормы в сторону большую. Конечно, следует воспользоваться первой возможностью, чтобы возобновить при помощи работы компрессора запас сжатого воздуха в бомбах. Дроссельный клапан во всасывающем трубопроводе компрессора должен быть при этом открыт полностью.



Фиг. 145.

При начале дизельного хода машины в первую голову нужно убедиться, что цилиндры работают все полностью. Это легко выяснить, открывая индикаторные краны, причем у работающих цилиндров в момент вспышки горючей смеси из индикаторных кранов будет выбиваться струя пламени.

Далее, должно быть обращено внимание на показания всех манометров: на компрессоре, масляном трубопроводе, воздухоохладителях. Показания всех манометров вскоре после пуска должны принять свои нормальные значения.

---

[1] По вопросам подготовки дизелей к пробному пуску см. также I. Lorfèvre. La pratique des Moteurs Diesel. 1914 г. Фёппль, Штромбек, Оберман. Быстроходные дизеля. 1923 г.

[2] Если запас сжатого воздуха большой, то следует предпочесть более осторожное открывание вентилей бомб сжатого воздуха и в самом начале работать при слегка приоткрытых индикаторных кранах, чтобы убедиться, что в вырывающемся со свистом воздухе нет частиц воды. После первых оборотов индикаторные краны закрывают.

[3] В эксплоатационных условиях достаточно дать двигателю разбежаться всего на 6—8 оборотов.

Перед пуском машина должна была быть обильно смазана маслом, но этим не довольствуются и лишь только она пущена в ход, начинают усиленно смазывать еще; исключение, впрочем, составляет смазывание рабочих цилиндров и поршней, которое с самого начала механически нормируется; чрезмерная смазка в данном случае может быть только нежелательна, нарушая иногда полноту сгорания и представляя некоторую опасность в отношении возможности общего взрыва цилиндра.[1] Обращают также внимание на то, чтобы в смазочное масло совсем не попадало воды. Приток охлаждающей воды устанавливают так, чтобы она нагревалась до температуры приблизительно 60 — 75° С. Прослеживают также температуры масла и отходящих газов. По мере обнаружения неплотностей различных фланцев и пр., не останавливая машины прибегают к энергичному креплению гаек; это относится в особенности к крышкам рабочих цилиндров. В работе машины от естественного нагревания шпилек все соединения несколько ослабляются. Таким образом, понятно, что закрепление гаек в начале работы машины является совершенно необходимой операцией. Крышки подшипников выслеживают наощупь, при чем греющиеся ослабляют, а вздрагивающие в работе, наоборот, подтягивают на ходу машины.[2] После этого переходят к проверке действия регулятора,[3] вымериванию температур в охладительном трубопроводе, съемкам индикаторных диаграмм и пр. Что касается установки действия регулятора то, кроме прочего, нужно иметь в виду, что и при холостом ходе, когда регулятор доводит свою передачу до одного из крайних положений, не должна прекращаться подача топлива, но оно должно подаваться в количестве, выработанном конструктором по особой диаграмме.

Весьма существенные указания относительно работы цилиндров дает снятая для каждого цилиндра в отдельности индикаторная диаграмма.

Малейшая действительная неисправность, обнаруженная на ходу вновь пущенной машины, должна на первых пробах служить поводом для остановки машины. Только присутствие посторонних лиц, приемщиков и др. иногда, к сожалению, заставляет смотреть на это несколько иначе. Остановить машину, конечно,

---

[1] См., напр., Вестник Инженеров, № 5 — 6, 1929 г., где приводятся результаты обследования сильнейшей катастрофы, происшедшей на одной из стационарных дизельных силовых установок, вследствие взрыва масла в цилиндре. Пусковой клапан цилиндра, несколько покоробленный под влиянием высокой температуры, не был неправлен притиркой. Во время тактов сжатия в его гнезде скопилось масло. При пуске двигателя в ход пусковой воздух продул внутрь рабочего цилиндра скопившееся в гнезде пускового клапана масло, которое при последующем сжатии с воздухом дало взрыв цилиндра и пр. разрушения.

[2] На фиг. 145 мы приводим чертеж прибора для измерения слабин нижних подшипников шатунов двигателей Дизеля и также чертеж его установки на щеке коленчатого вала. Этот прибор позволяет подойти к вопросу распознавания величин получающихся слабин количественно и объективно в противоположность практикующемуся распознаванию слабни лишь по стуку подшипников о вал.

1, 2 — измерительные губки для измерения величины, на которую опустился подшипник от первоначального положения, *3* — стойки прибора, *4* — корпус ударника, *5* — ударник, который накернивает стержень шатуна, *6* — пружина ударника, *7* — головка для оттягивания ударника, *8* — винт, раздвигающий губки для легкой регулировки направления ударника.

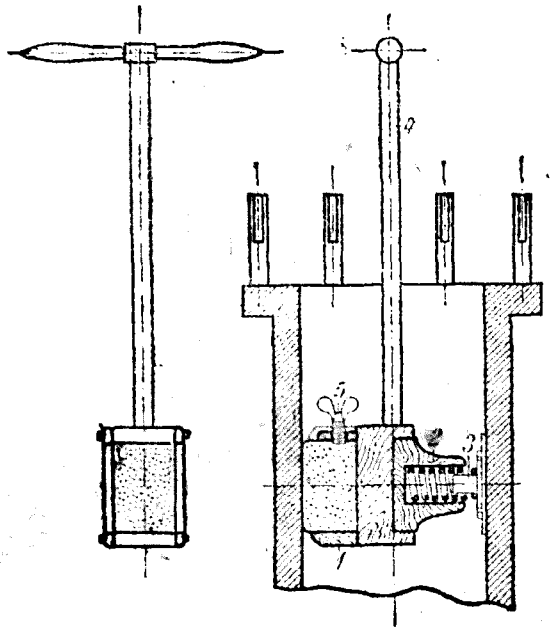
При оттягивании ударника, бородка его спуска под действием пружины, находящейся под нажимным местом спуска, входит в выточку в ударнике и ударник таким образом получается взведенным. При нажиме на нажимное место спуска, бородка выходит с выточки ударника, позволяя ударнику с силой накернить стержень шатуна.

Прибор можно в любое время, не разбирая двигателя, установить на щеке коленчатого вала, как показано на приводимом чертеже, и с помощью его, путем выявления положения острия керна ударника, узнать, не ослабел ли подшипник. Если подшипник поправлен, то острие керна ударника попадает в прежнюю метку керна, в противном случае, если подшипник ослабел, то не попадает. По разнице в раздвижении губок *1, 2* при установления острия керна на прежнюю метку можно судить, насколько разработался подшипник. Повидимому, целесообразно в начале работы исправного подшипника накернивать шатун при сомкнутых губках прибора.

[3] Присутствие регулятора при первом пуске машины вовсе не обязательно и, вообще, на первый раз нужно поменьше надеяться на регулятор, но, регулируя вручную, им под каким видом не допускать, чтобы машина развивала чрезмерное число оборотов.

не представляет никаких затруднений, — стоит только прекратить доступ топлива и закрыть некоторые прочие краны трубопроводов.

Очень часто те или иные неисправности машины выдают себя стуком или шумом. Всякий ненормальный стук или шум должен быть тщательно исследован. Причину стука и его местообразование не всегда легко определить. Полезно попробовать по очереди на весьма короткое время выключать подачу топлива в цилиндры и, затем, снова включать, замечая изменения стука или шума, происходящее при этом. Если стук происходит от преждевременной резкой вспышки в цилиндре, то эта причина легко обнаруживается на индикаторной диаграмме, если же стук происходит от подшипников, то розыски места, вообще говоря, несколько труднее.



Фиг. 146.

Первый пуск машины производят вхолостую, без нагрузки. В случае даже полной удачи принципиально следует остановить машину через 5 — 10 — 15 минут хода в целях тщательного просмотра, прощупывания и выяснения, не нагрелись ли те или иные подшипники и в особенности подшипники головки шатуна, или крейцкопфные. Считается нормальным, чтобы при полной нагрузке на более или менее длительной пробе двигателя рамовые подшипники коленчатого вала, нижние подшипники шатунов, а также сам коленчатый вал нагревались до температуры, при которой их можно свободно трогать руками. Что касается подшипников поршневых пальцев, то для них допускается более значительное нагревание, а именно — до температуры, при которой к подшипникам возможно прикоснуться лишь рукой на короткое время. При коротком же пуске двигателя указанные нормы нагревания имеют, конечно, лишь относительное значение. В целом, нагревание подшипников двигателя при пробном пуске обычно бывает несколько значительнее, чем в дальнейший период его работы, когда подшипники имеют возможность приработаться. Играет нередко также роль и чрезмерное подтягивание крышек. С другой стороны, разработанные (расхлябанные) подшипники, дающие стук, опять же склонны к нагреванию. Таким образом, с одной стороны, некоторое чрезмерное затягивание гаек крышек и недостаточная пригонка, с другой стороны недотягивание или разработанность [1] ведут к нагреванию подшипника. Разработанными подшипниками мы считаем подшипники, которые дали зазор до 0,35 — 0,5 *мм* и больше. Их необходимо снова пригнать в пришабрить. Затем, следует снять крышки рабочих цилиндров, вынуть поршни и произвести осмотр их, прощупать набивочные кольца, а также осмотреть рабочие цилиндры внутри. [2] Кроме этого следует посоветовать быть вни-

[1] Разработанность подшипников при краткосрочной работе машины возможна, главным образом, за счет усадки недостаточно прокованного баббита.

[2] Случается, впрочем, что в процессе испытаний машины с не вполне приработавшимися частями или по какой-либо неисправности смазки — получится некоторое повреждение (задирание) внутренних поверхностей цилиндров. Снятие и отправка всего цилиндра в механическую мастерскую для расшлифовки, как связанная с значительной разборкой всего двигателя, может оказаться несколько невыгодной. Поэтому, если задирание было незначительным, то выгоднее прибегнуть к зачистке внутренней поверхности цилиндра на сборке, не снимая его и прибегнув к соответствующему приспособлению, облегчающему трудности ручной работы. На фиг. 146 приводим чертеж приспособления, разработанного т. Двинц-

материальным к клапанам крышки. Через каждые четверть часа хода машины из всех воздухопроводов надо выпускать воду, пользуясь для этого имеющимися специальными кранами.

Равносильно указанному и в дальнейшем, когда ход машины по всей видимости уже наладился, долго еще не допускают полной нагрузки, по целыми часами и даже днями заставляют работать машину на половинной и даже меньшей нагрузке и только, когда создается полная уверенность в работе машины, допускают пробы на полную нагрузку, перегрузку и чувствительность регулировки.

Приводим выписку неисправностей хода двигателя, с которыми обычно приходится иметь дело на практике. [1]

I. Двигатель подает вспышек при переводе рукоятки распределения на нефть.

1. Число оборотов, развитое двигателем при помощи энергии сжатого воздуха, может быть недостаточным, если в машине велико (обычно в поршнях) трение, или двигатель пущен под нагрузкой, или, наконец, в пусковом клапане имеются неплотности или заедания.

2. Топливный насос не подает топлива вследствие неправильной установки, случайного выключения или засорения трубопроводов и фильтра.

3. В топливный трубопровод попал воздух. Недостаточное количество топлива, поданного в цилиндр подкачкой от руки.

4. Игла форсунки пропускает или не закрывается из-за отсутствия правильного зазора в распределительном механизме.

5. Игла форсунки заедает.

6. Забиты отверстия распылителя или сопловой плитки.

7. Регулятором устанавливается слишком малое наполнение.

8. Давление форсуночного воздуха слишком велико.

9. Топливо содержит в себе количество воды, препятствующее пуску.

10. Будучи достаточно плотным для атмосферного давления, клапана топливного насоса могут пропускать при давлении распыливания, вследствие чего насос не может преодолеть давления распыливающего воздуха.

11. Выпускной клапан пропускает, вследствие чего в цилиндре недостаточно сжатие и вспышки не происходят.

12. Давление пускового воздуха недостаточно, вследствие пропусков поршневых колец или трещин в поршне.

13. Пригорели поршневые кольца вследствие допущения высокой температуры, например, по причине слишком раннего прекращения доступа воды в охлаждаемые полости цилиндра.

14. Появление воды в цилиндре, проникающей туда вместе с распыливающим воздухом.

15. Заполнение камеры сжатия чрезмерным количеством нефти или днища поршня маслом.

16 Трещина в цилиндровой крышке, вызывающая утечку воздуха, или позволяющая воде из охлаждающей камеры проникать в рабочее пространство цилиндра.

ням. Этот прибор для зачистки задранных внутренних поверхностей цилиндров двигателей Дизеля состоит из разъемной поршнеобразной части 1, укрепленной на штоке 4; в нее вставляется и зажимается помощью шурупов 5 кусок наждачного камня; с противоположной стороны от камня в поршень вставляется стакан 2, в который вводится пружина (напр., от всасывающего клапана того-же дизеля). В пружину вставлена зонтообразная часть 3, прикрепленная к изогнутой по окружности цилиндра медной планке; такая конструкция обеспечивает осевое движение всего прибора при поднятии и опускании штока и равномерное прижимание наждачного камня к зачищаемой поверхности.

[1] За более подробными справками этого рода отсылаем читателя к книге Фбпппль, Штромбек и Эберман, Быстроходные дизеля, 1928, где также описаны некоторые операции, которые следует производить после остановки двигателя и также к книге Бершадский, Техника ремонтно-монтажного дола, т. II, 1930 г.

II. Двигатель работает неравномерно или останавливается.

1. Происходит заедание в регулирующей системе или имеется в передачах системы слишком большой мертвый ход.

2. Неправильная работа топливного насоса.

3. Неправильно отрегулировано предварение вспышки: слишком большое или неодинаковое для всех цилиндров.

4. Зазоры игол форсунок не равны или одна из игол пропускает.

5. В топливе содержится вода.

6. Опорожнились топливные сосуды. Неподача топлива.

7. Давление пульверизирующего воздуха слишком велико сравнительно с нагрузкой или, наоборот, слишком упало.

8. Перегрузка.

9. Заедания поршней цилиндров двигателя или компрессора.

10. Дефекты в клапанах: заклинивание, вследствие прикипания штока клапана к направляющей; пропуски из-за загрязнения седла и конуса; поломка пружины и т. п.

11. Затруднен чем-нибудь выход отработавшим газам в выхлопной трубе или в глушителе.

III. Стуки в шатунно-кривошипном механизме.

1. Ослабление затяжки болтов шатунного подшипника.

2. Зазоры у шатунных подшипников, слишком велики (или разработка их).

3. Ослабление крепления противовеса.

4. Поршень начинает заедать или происходит его зажатие выше крайнего верхнего кольца из-за чрезмерного нагрева.

5. Поршень неправильно центрирован при установке, т. е. хотя он и сохраняет вертикальное направление относительно оси цилиндра, но всегда прижат к одной стороне цилиндра.

6. Недостаточна смазка подшипников или поршня.

7. Горение одного из подшипников.

8. Коренной вал дал неожиданно трещину.

9. При съемном днище поршня возможна разладка соединения.

10. Большая боковая игра на упорном подшипнике коленчатого вала.

IV. Резкие вспышки и удары во время работы.

1. Перегрузка.

2. Неправильная циркуляция воды, в результате чего перегрев двигателя.

3. Слишком высокое или низкое давление распыливающего воздуха.

4. Слишком ранние или поздние воспламенения.

5. Слишком медленное закрытие или заедание иглы форсунки; неплотности в ней.

6. Допущено большое отверстие в сопловой плитке.

7. Заедание одного из клапанов или временная в нем неплотность.

8. В цилиндре компрессора слишком мало вредное пространство.

V. Воздушные обратные удары во всасывающем трубопроводе.

1. Всасывающий клапан пилотен или заедает, или сломалась пружина.

2. Слишком рано происходит закрытие выпускного клапана (неправильно отрегулировано распределение в соответствующей части).

3. Большое сопротивление в выхлопном трубопроводе.

4. Большая неплотность иглы форсунки.

5. Пригорание поршневых колец.

6. Неплотность пускового клапана (при пуске двигателя в ход).

VI. Дымный выхлоп (окраска темная).

1. Значительная перегрузка.

2. Сжатие в цилиндре недостаточное для полного сгорания вводимого топлива.

3. Давление воздуха топливного трубопровода слишком низко, вследствие чего не происходит полного сгорания топлива, или происходит плохое распыливание его.

4. В цилиндры поступает слишком много топлива (игла форсунки пропускает).

5. Топливо плохого качества или слишком густо.

6. Загрязнение отверстий в сопловой плитке или в распылителе.

7. Большое сопротивление в выхлопном трубопроводе, вследствие чего часть сгоревших газов остается в цилиндре, засоряя вновь вводимое топливо.

8. Недостаточное сечение всасывающего трубопровода, благодаря чему воздуха в цилиндр поступает недостаточно.

VII. Дымный выхлоп (окраска белая).

1. В глушителе имеется достаточное количество конденсата.

2. Топливо содержит воду.

3. Вода проникает в цилиндр через трещину в цилиндровой крышке.

4. Вода попадает в выхлопной трубопровод.

5. Спускная арматура баллона форсуночного воздуха повреждена.

6. Сгорает большое количество масла.

7. Большой перегрев двигателя.

VIII. Компрессор работает плохо (подает слишком мало воздуха).[1]

1. Повреждение всасывающих или нагнетательных клапанов; излом клапанных пружин.

2. При слишком обильной смазке клапаны заедают, вследствие чего начинается пропуск воздуха.

3. Поршень ступени высокого давления загрязнен сгоревшим маслом и продвигается в цилиндре с очень большим трением.

4. Неисправность набивочных колец (пригорание, пропуски).

5. Слишком велик зазор между крышкой и поршнем, вследствие чего происходит недостаточное сжатие.

6. Утечки в трубопроводах, вентилях и стыках.

IX. Стуки в компрессоре.

1. Велик зазор в одном из подшипников шатуна.

2. Ослабление затяжки болтов подшипника.

3. Перекос поршня и шатуна (вследствие неправильности шатунных подшипников).

4. Перегрев компрессора.

5. Трубопроводы ступени высокого давления загрязнены сгоревшим маслом.

Ниже при рассмотрении индикаторных диаграмм мы возвращаемся к вопросу об учете причин неисправностей хода двигателя.

В случае, если не удалось получить хорошего хода машины и при том нечему-либо оказалось затруднительным достаточно достоверно выяснить причину неудачи, то, не теряя напрасно времени, следует приступить к полной разборке машины до фундамента и непосредственно за этим собрать снова, попутно производя все проверки частей, т. е. произвести полную переборку машины. Это сделать не очень дорого и не очень долго, ибо на работу можно сразу отрядить весьма много рабочих. Случается на практике, что таким образом перебирают машину по несколько раз, пока не получат удовлетворительного результата; тем но менее это решение гораздо лучше, чем итти на риск серьезных поломок, пуская в ход зря явно не способную итти как следует машину. Если же, наконец, доказано, что машина собрана прекрасно, но все же не дает тех результатов, которые от нее предполагали получить, то па спе-

[1] Следует иметь в виду, что чрезмерное расходование воздуха по неисправности форсуночного трубопровода, форсуночного клапана и пр. может иногда привести к неправильному заключению о недостаточной работе компрессора.

циальном совещании решаются приступить к тем или иным конструктивным изменениям, если только действительно имеется надежда таким образом улучшить ход машины. Чаще всего начинают переделки с органов распределения, имеющих большое влияние на ход машины. Далее, может оказаться желательным изменение типа отдельных приборов, в виду выяснившейся их неудовлетворительности. Более редко возникает вопрос об усилении смазки или введении охлаждения водой там, где оно первоначально не предполагалось и т. п. У двухтактных машин нередко вносят изменения в конструкции продувочного устройства. Все это может до крайности задержать окончательную сдачу машины.

Что касается определения работы и мощности машин, то для этой цели пользуются различными тормозными устройствами, суждения о которых мы даем в главе об оборудовании сборочной мастерской.

Укажем, что хорошая сдача машины на окончательной, генеральной пробе должна пройти по возможности без вмешательства личного персонала в работу машины, т. е. машина должна показать требуемую от нее степень автоматичности.

Отмечаем наконец, что во время продолжительной остановки двигателя его следует каждый день проворачивать вручную на $^3/_4$—$1^1/_4$ оборота, чтобы поршни и валы в подшипниках не пристали.

Нормальные установки и индикаторные диаграммы двигателя Дизеля.

На фиг. 147 приводим типовые индикаторные диаграммы работы поршня 4-тактного и 2-тактного двигателей Дизеля:

Четырехтактный цикл.

I. *a*—*b* — такт (ход) всасывания; при *a* всасывающий клапан открывается, при *b* — закрывается;

II. *b*—*c* — такт сжатия всосанного воздуха приблизительно до 32—33 атм., связанный с повышением температуры воздуха до 500° и выше; во время хода *b*—*c* все клапаны закрыты;

III. *c* — *d* — *e* — такт впрыскивания, воспламенения горючего и расширения, раздельно же:

c — *d* — отвечает ходу впрыскивания и воспламенения горючего материала при помощи давления воздуха в 50 — 60 атм.; при *c* — открывается клапан горючего, а при *d* — закрывается;

d — *e* — отвечает ходу расширения при продолжающемся сгорании горючего; за ход *d* — *e* все клапаны закрыты.

IV. *e* — *b* — *a* — такт выпуска отработанных газов; при *e* — выпускной клапан открывается, при *a* — закрывается.

Укажем, что из этих четырех тактов положительная, полезная работа получается только на третьем такте, а при втором получается даже довольно значительная (но, разумеется, меньшая по абсолютной величине, чем при третьем) отрицательная работа поршня.

Двухтактный цикл.

Сходственную по внешнему виду диаграмму имеет и 2-тактный двигатель Дизеля: диаграмма отличается (см. пунктир на фиг. 147) главным образом в части *e* — *b*, где точка *b* заменяется точкой *b'* [1] и не имеет тактов I и IV.

I'. *b'* — *b* — *c* — такт продолжения продувки и сжатия; раздельно же, — *b'* — *b* — отвечает ходу продувки при открытых продувочных окнах;

b — *c* — отвечает ходу сжатия забранного продувочного воздуха приблизительно до 33 атм.; во время хода *b* — в продувочные окна перекрыты поршнем и все клапана закрыты, — аналогично случаю 4-тактного двигателя.

---

[1] На диаграмме ход поршня в этом случае взят на *b* — *b'* больший (в пропорциональной мере), чем в предыдущем.

II′. $c-d-e-b'$ — такт вспрыскивания, воспламенения горючего, расширения и выхлопа продуктов сгорания в выхлопную трубу; раздельно же:

$c-d$) аналогично

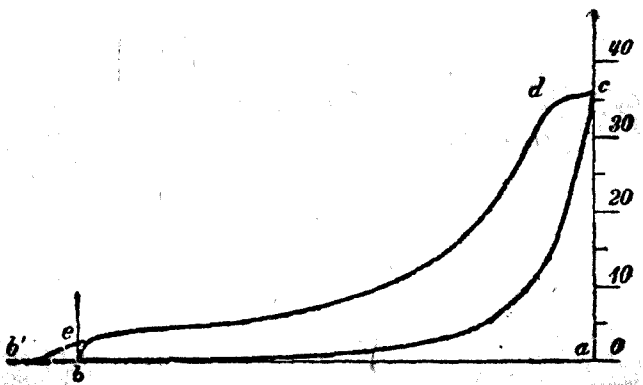
$d-e$) случаю 4-тактного двигателя;

$e-b'$ отвечает ходу выпуска отработанных газов в выхлопную трубу; выхлопные окна открыты.

Положительную работу поршня имеем в II′ такте, а довольно значительную отрицательную (по меньшую по своей абсолютной величине, чем положительную во II′ такте) имеем в I′ такте.

Мы видим, что моменты открытия и закрытия выхлопных и продувочных окон не отвечают мертвым точкам хода поршня. Не отвечает также момент закрытия топливного клапана. В практических же установках распределения цикла, вообще говоря, не отвечают мертвым точкам поршня и моменты открытия и закрытия всех клапанов, но устанавливаются некоторые практически выгодные сдвиги фаз.

Приводим некоторые данные этих сдвигов (опережений и запаздываний), которые нужно иметь в виду при сборке органов распределения.



Фиг. 147.

4-тактный цикл

Клапаны	Предварение впуска в % отхода	Запаздывание закрытия в % отхода
Всасывающий	4 — 5	4 — 6
Выхлопной	11 — 13	3 — 4
Пусковой	0 — 1	35 — 80
Топливный	$^1/_4$ — 1	13

В таблице первое число (оно же меньшее) относится к нормальному двигателю, а второе к быстроходному.

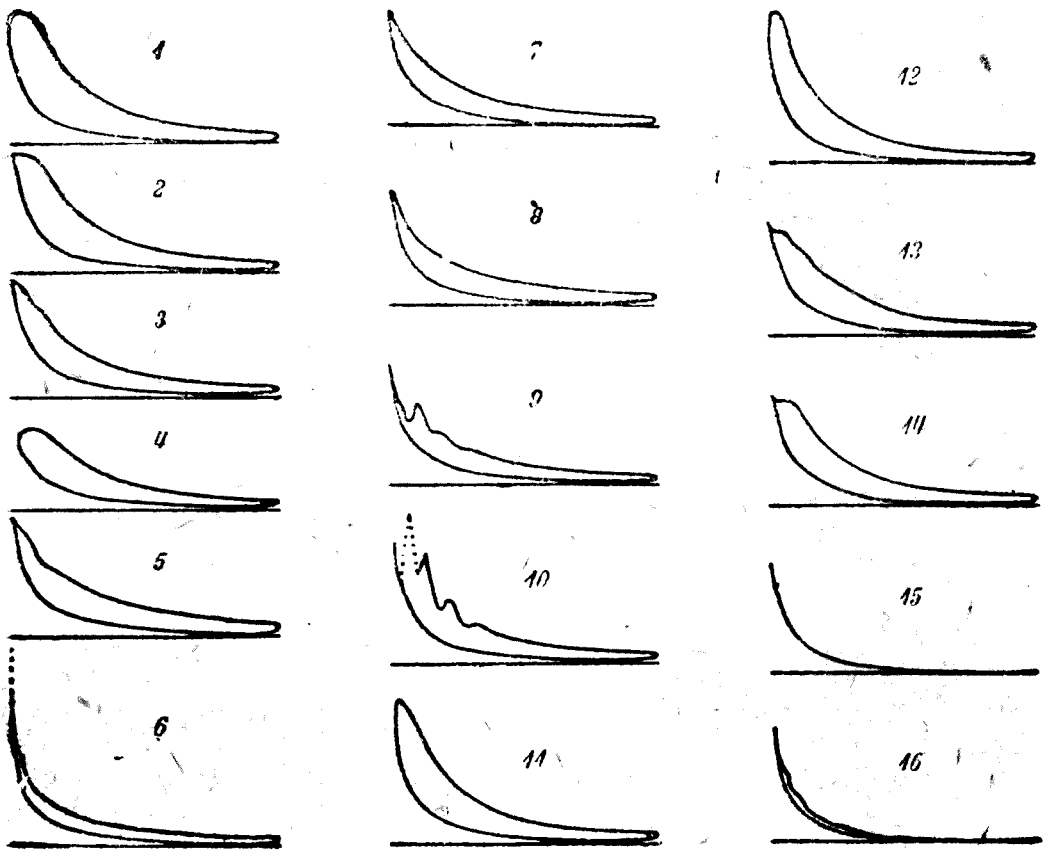
2-тактный цикл

Клапаны	Они	Предварение впуска в % отхода	Запаздывание закрытия в % отхода
Пусковой	—	0	23 — 32
Топливный	—	$^1/_4$ — 1	13
—	Выхлопные	18 — 20	
—	Продувочные	10	
Продувочный [1]	—	—	30

[1] Встречаются также конструкции продувочных золотниковых устройств.

Те же значения сдвигов открытий и закрытий клапанов и окон часто даются в форме отклонений колена коленчатого вала в градусах.

Снятие индикаторных диаграмм представляет весьма ценное поверочное средство для распознавания правильности работы цилиндров двигателя или, наоборот, выяснения неправильностей и причин их. При этом хорошее действие самого индикатора должно быть обеспечено. В имеющейся технической литературе варианты, получающиеся на практике индикаторных диаграмм и содержание их достаточно подробно освещены.[1]



Фиг. 148.

Приводим лишь часть этих данных. На фиг. 148 даются примеры 16 диаграмм, характеризующие ту или иную неправильность в работе цилиндра 4-тактного цикла. Обращаем прежде всего внимание, что разница в диаграммах получается главным образом только в отношении верхней дуги кривой, т.-е. III такта работы.

Диаграмма 1. Большая перегрузка. В поршень поступает слишком много масла. Неисправен топливный насос. Линия сгорания имеет слишком закругленную форму. Исходящие газы темно-серого и черного цвета.

Диаграмма 2. Выхлопной клапан неплотен. Линия сгорания зигзагообразна; при компрессии слишком низкое давление. Исходящие газы серого цвета.

---

[1] Мочаркук. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Канеи—Двигатели Дизеля, 1924 г.

Диаграмма 3. Уменьшенное сечение выхлопной трубы. Сильное падение линии сгорания. Давление при выходе газов из выхлопа немного выше атмосферного. Исходящие газы не чистые, окрашенные.

Диаграмма 4. Приемная труба загрязнена. Линия всасывания проходит ниже атмосферной; конечное давление при компрессии уменьшается. Сгорание плохое и двигатель дымит.

Диаграмма 5. Недостаточно высокое давление сжатого воздуха для впрыскивания. Линия сгорания приближается к линии компрессии; линия расширения получает совершенно неправильную форму. Выхлопной клапан обгорает. Исходящие газы темного цвета.

Диаграмма 6. Очень низкое давление сжатого воздуха для распылителя. Сильная преждевременная вспышка, происходящая уже в период компрессии. Загрязняется игла топливного клапана.

Диаграмма 7. Распылительные пластины топливного клапана загрязнены. Линия сгорания приближается к линии расширения, образуя заострение диаграммы; линия расширения падает слишком быстро. Исходящие газы темного цвета.

Диаграмма 8. Засоренное распылительное сопло топливного клапана. Происходит неполное сгорание с его последствиями.

Диаграмма 9. При малой нагрузке слишком высокий подъем иглы. Вспышка происходит с опозданием, впрыснутое топливо сгорает толчками. Зигзагообразная линия сгорания на диаграмме и неплавная линия расширения. Исходящие газы по большей части бездымны, а при пропусках вспышки серого или синеватосерого цвета.

Диаграмма 10. Слишком высокое давление воздуха для впрыскивания при большой нагрузке. Форма диаграммы и пр. явления сходственны с случаем предыдущей диаграммы.

Диаграмма 11. Преждевременная вспышка вследствие слишком большого зазора между роликом рычага впускного клапана и его кулачком. Линия сгорания начинается уже во время компрессии, идет вверх и с небольшим закруглением переходит в линию расширения.

Диаграмма 12. Преждевременная вспышка вследствие неправильного положения кулачка впускного клапана. Диаграмма по форме сходна с предыдущей.

Диаграмма 13. Запоздалая вспышка вследствие слишком большого зазора между роликом рычага впускного клапана и его кулачком. Линия сжигания начинается слишком поздно и падает с уклоном по направлению к линии расширения. Исходящие газы темные.

Диаграмма 14. Запоздалая вспышка вследствие неправильного положения кулачка впускного клапана. Линия сгорания хотя и начинается с запозданием, но принимает дальше правильную форму.

Диаграмма 15. Пропуск вспышки. В цилиндре не получилось ни вспышки, ни сгорания, а потому на диаграмме не получается площади и линия сжатия сливается с линией расширения. Впрыснутое топливо только испаряется и выходит в исходящих газах в виде пара белого цвета.

Диаграмма 16. Пропуск с частичным сгоранием. Вследствие сгорания только небольшой части топлива линия расширения идет неправильно и немного выше линии сжатия. Выхлопные газы синевато-белые.

Особую сторону индикаторного исследования составляют искажения диаграмм, вызываемые неисправностью самого индикатора и, чаще всего, заеданием поршенька. Эти искажения часто характеризуются некоторым уполнением диаграммы (засорение индикаторного крана) или также образованием волнообразных кривых, которые, напр., в диаграммах 9 и 10 мы имели от причин другого порядка.

Сборщику нужно быть готовым встретиться с подобными искажениями диаграмм, которые надлежит своевременно учесть, либо изучив их характерный вид, либо другим путем (обнаружение загрязнения, некоторого заедания поршня

индикатора, обнаружение выправления диаграммы при смене индикатора другим и т. д.).

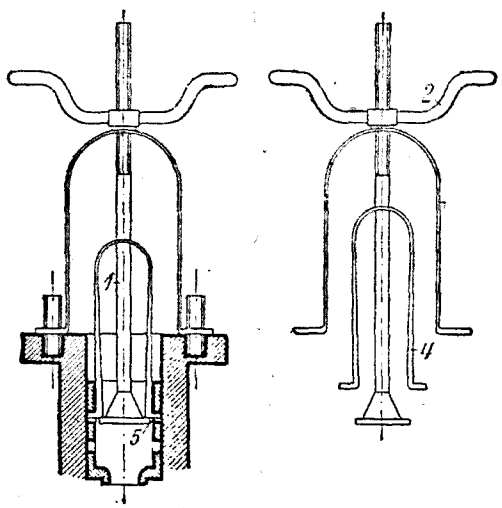
Считая идею и способы их установки по существу общеизвестными, укажем в дополнение лишь на следующие практические стороны вопроса.

Индикаторные краны в конструкции дизеля предпочтительно иметь по типу вентиля, но не поворотного притертого крана. Весьма желательно пользоваться индикатором с наружной пружиной, не подвергающейся в работе нагреванию. Поршенек индикатора периодически, после снятия нескольких диаграмм должен выниматься и смазываться обыкновенным машинным маслом. Плотность его пригонки и чистота скольжения должны поддерживаться в безукоризненном состоянии и соответственно контролироваться при указанных периодических разборках.

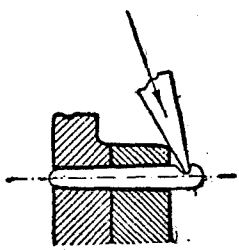
Разборка Дизеля и некоторые последующие работы.

По окончании испытаний на заводе, Дизеля обычно разбирают для упаковки и отправки.

Работа по разборке машины настолько элементарна, что в большей своей части доступна даже чернорабочим; она не тяжела, по существу, но очень грязна и несколько утомительна, ибо обычно исполняется ускоренным темпом. На нее можно сразу отрядить много рабочих. Стараясь как можно скорее освободить место на фундаментных параллелях, иногда даже не задерживают машины на параллелях до полной разборки, но снимают ее крупными разделами, складывая их на деревянный пол для продолжения и заканчивания разборки.



Фиг. 149.



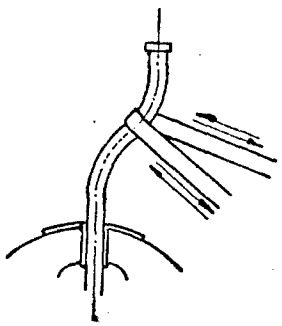
Фиг. 150.

Обращаем внимание на возможные случаи, когда клапанные гнезда крышки цилиндра и компрессора во время испытаний в условиях повышенной температуры могут несколько закрепиться (заесть) в своих местах. Поэтому желательно применение специальных приспособлений, облегчающих работу их вынимания при полной разборке машины.

Одно из таких приспособлений, а именно приспособление для ускорения вынимания загоревших клапанных гнезд компрессора, приводится на фиг. 149. Скоба *3* приспособления закрепляется на фланце крышки компрессора, после чего вращая вороток *2*, опускают в клапанное гнездо стержень *1* со скобой *4* до тех пор, пока захваты последней не войдут в имеющиеся боковые отверстия *5* клапанного гнезда. Поворачивая затем стержень в обратную сторону, выжимают из клапана заевшее в нем клапанное гнездо.

При разборке машины приходится встретиться также с некоторыми мелкими работами случайного характера: например, приходится иногда с большими затруднениями выколачивать заевшие конические шпильки, если они были плохо

поставлены или слишком сильно забиты. В данном случае начинают с того, что пробуют непосредственно выбить шпильку легкими ударами стального ручника, при этом оказывается полезным наносить небольшие, но резкие удары; конечно, всегда остается известный риск заклепать конец шпильки. [1] В виду последнего обстоятельства лучше бить ручником через красную медь, или даже маленькой свинцовой кувалдой. Иногда же указанный прием выколачивания оказывается недостаточно удобовыполнимым и выгоднее применить следующий не менее энергичный способ выбивания шпильки: на высовывающемся толстом конце шпильки делают некоторую косую зарубку (фиг. 150) и, вложив в нее конец совсем тупого [2] зубила, поставленного косо, ударяют по последнему ручником. Как видно, этот прием связан с некоторой порчей шпильки, но зато он имеет и некоторое принципиальное преимущество, а именно: шпилька выколачивается вытягиванием, имея при этом наклонность становиться тоньше. В качестве чрезвычайной меры можно предложить следующее: срубить выступающие наружу концы шпильки и сверлить дыру заново прямо по шпильке, благодаря чему соединенные шпилькой детали будут освобождены от нее. Впрочем, последний прием нежелателен, ибо при подобной работе часто сверло идет криво и ломается. Надо сказать, что вообще не всегда бывает уместно применять крайние средства для выколачивания шпильки, ибо само оно не является вполне неизбежным во всех случаях разборки частей; например, в случае конических направляющих шпилек, в крайности, можно допустить, чтобы сперва детали были розняты, а шпильки выколочены уже потом. Что касается других описанных выше специальных типов конических шпилек, то они подобных затруднений представить не могут. Таким образом вопрос выколачивания шпилек в целом не стоит остро, хотя эта работа действительно нередко вызывает известную задержку времени. Более трудную операцию представляет снимание больших и малых муфт, если произошло заедание. Об этом см. выше в главе о случайных работах.



Фиг. 151.

Особенно внимательным при разборке машины надо быть к отметке частей. Части должны быть так отмечены, чтобы всегда потом, без всякой путаницы могли быть собраны вновь. Многие из них отмечаются уже при сборке, ибо это входит в круг, так сказать, созидательной работы; таким образом, в сущности, разбирающему приходится только пополнять недостающие метки и марки. После полной разборки машины обычно все еще остается что-нибудь делать. Эти последующие работы носят отчасти случайный характер. Мы опишем некоторые из них в виде дополнения к сказанному о разборке машины.

Чаще всего приходится после разборки производить легкий ремонт частей, те или иные поправки и замены и т. п., словом, восстановить те части, которые так или иначе повредились на пробных пусках двигателя. Более определенно можно указать на нижеследующие работы: во-первых, энергично сшабривают замеченные «крепкие места» на вкладышах всевозможных подшипников, восстановив при этом канавки, которые в случае применения баббита могли заплыть металлом, во-вторых, обычно производят некоторую полировку шеек вала, соответствующих заевшим подшипникам, для чего, как было описано, пользуются деревянным хомутом, которым прижимают наждачную бумагу к валу и таким образом, поворачивая хомут, обрабатывают шейку, в-третьих, пришлифовывают покоробившиеся во время работы машины клапана, в-четвертых, принимают меры защиты против обнаруженного в работе разбрызгивания масла вследствие центробежных сил, т.-е. подправляют щиты и кожухи, которые могли быть поставлены недостаточно целесообразно, в-пятых, чистят наждачным полотном

[1] Случайно заклепавшийся конец исправляют опиливанием.
[2] Зубило затупляется приблизительно по радиусу в 0,5 *мм*.

или бумагой весь медный трубопровод, медные резервуары, всевозможные тяги и т. п. Очистку производят довольно крупным наждачным полотном, например № 2, при чем лучший результат получается, если трубки и тяги зачищать поперечным штрихом, а не продольным. Получаемое преимущество, повидимому, чисто оптического характера. Это производится следующим образом: закрепляют трубку в тиски и перекидывают через нее, как показано на фиг. 151, ленту из наждачного полотна, после чего, быстрыми протягиваниями последней туда и обратно, вскоре достигают желаемого результата: трубки получаются с хорошим блеском.

Разобранная машина направляется далее в мастерские: малярную, упаковочно-экспедиционную, или на склад.

Общие сведения о сборочной мастерской и ее оборудовании. О тормозных устройствах.

Сборочная мастерская помещается в высоком, светлом и достаточно просторном здании, имеющем надежный бетонный пол в виде заготовленных для установки машин фундаментных массивов с оставленными между ними глубокими канавами. Последние делаются для стока, для размещения больших маховиков машин, а также местами из соображений экономии. Подобный пол, составляющий значительную денежную затрату, делается только в той части площади мастерской, которая действительно предназначается для собирания машин. Как уже было описано, на эти фундаментные массивы укладываются на расстоянии $1^1/_2$—2 *м* одна от другой постоянные стальные балки особо высокого сечения, поперек которых уже кладут параллели при сборке машины. Сверх балок бывает сделан легко разбирающийся настил из коротких 3″—4″ досок.

По имеющимся сведениям, известная фирма Gebr. Sulzer, Winterthur ввела в своей сборочной мастерской специальный сплошной чугунный пол. Надо думать, что это недешевое нововведение представляет много удобств в работе.

Сборочная должна быть достаточно высока, чтобы можно было разместить удобно достаточное количество электрических мостовых кранов. Главные мостовые краны располагаются настолько высоко, чтобы над собранной самой высокой машиной можно было пронести станину подобной же машины. [1] Краны располагаются соответственно потребности, следовательно, самые мощные ставят там, где предвидится собирать крупнейшие машины. Можно высказать правило, что крупные машины выгоднее собирать на середине мастерской, а более мелкие ближе к краям, при чем срединные площади мастерской обслуживаются наиболее мощными мостовыми кранами. В отдельных участках мастерской ставятся ручные мостовые краны и тали. Следует вообще весьма серьезно отнестись к крановому оборудованию мастерской, ибо нет ничего невыгоднее, как задерживать производство, вследствие недостаточности кранов.

Краны широко используются как для переноски частей двигателей, так и для их монтажа. Для переноски в помощь работе кранов применяются также тележки — платформы или еще иногда подковообразные крановые тележки. [2] Для монтажа могут иметь некоторое применение и домкраты.

Укажем, что сборочная мастерская снабжается достаточным количеством разного рода подставок и козел для временной укладки тех изделий, которые почему-либо неудобно класть на пол.

---

[1] Рекомендуется при сборке высокой машины укрепить сверху ее доску, показывающую, на какую высоту нужно поднимать проносимые краном детали, чтобы случайно не задеть за верх машины.

[2] Преимуществом последних является отсутствие операций погрузки и разгрузки тележки, ибо изделие все время остается на кране тележки на весу, и возможность непосредственного использования для некоторых монтажных работ. Недостатками же являются возможность раскачивания изделия во время перевозки и затруднительность забираний (размещения) сразу нескольких изделий.

По краям мастерской располагают всевозможные приспособления для обработки частей: верстаки слесарные с тисками поворотными и неповоротными, сверлильные приводные или электромоторные станочки, небольшие шепинги, токарные станки, универсальный шлифовальный станок для заточки инструментов, разметочные столы (плиты), приводные точильные круги песчаниковые и наждачные и т. п., впрочем все в самом ограниченном количестве; повидимому, также было бы не лишним оборудование сборочной мастерской универсальным комбинированным станком для токарных, фрезерных, сверлильных и строгальных работ с добавлением к нему электрической суппортно-шлифовальной машинки; точно также крайне желательно иметь специальные керосиновые ванны и баки для мытья мелких деталей с протянутыми немного ниже уровня керосина сетками, дополнительно оборудованные шприцами, кружками и т. п.;[1] у самых стен сборочной мастерской размещают шкафы, ящики, полки, умывальники, уборные и пр.

Кроме главного помещения сборочная мастерская имеет помещение для конторы инженера и мастера, инструментальную, магазин, кладовую и небольшую кузницу.

Контора, имеющая обычную конторскую мебель и специальный шкаф для хранения документов, с выгодой может быть расположена на высоте второго этажа.

Инструментальная, магазин и кладовая должны быть оборудованы специальными шкафами, полками с клетками, ящиками, подставками для хранения инструментов, механизмов и материалов. Полезно иметь также верстак для отпуска более тяжелых предметов из запаса кладовой, которые было бы затруднительно передавать через обычное окно для выдачи.[2] Следует обособить помещение для нефтепродуктов и посуды под них (бочки, ведра, воронки, масленки, насосы и пр.).

Что касается кузницы, то некоторые сведения об ее оборудовании мы даем в главах приложения, посвященных вопросам применяемой горячей обработки изделий на сборке. Отметим здесь лишь желательность иметь при кузнице еще и сварочный аппарат с горелками для сварки и резки металлов, при чем удобнее, если сварочный аппарат будет переносным, а также весьма желательно иметь оборудование для плавки баббита, заливки им подшипников и дальнейшей их обработки, состоящее из ламповых плавильных печей специально для плавки баббита, набора тиглей, прибора для заливки, инструмента для уплотнения и пр. Необходимо также в сборочной мастерской, в обеспечение паяния и горячей обработки, иметь достаточное снабжение паяльными лампами.

Весьма существенно правильно осветить мастерскую электричеством и поставить многочисленные штепселя для переносных ламп, сверлильных машинок и т. п., при чем провод переносных ламп и пр. должен иметь первоклассную изоляцию во избежание легкого возникновения так называемых «коротких замыканий», получающихся вследствие повреждений изоляции при протягивании по острым кромкам металла и т. п., а также, отчасти, как следствие пропитывания керосином и маслом, а в худшем случае и водой.

Далее, сборочная должна быть оборудована водопроводом, трубы которого с удобством могут быть проложены по канавам фундамента. Необходимо также

---

[1] Кроме наиболее целесообразной конструкции ванны железной клепаной или паяной из меди, ванна с успехом может быть сделана, напр., также из дерева, с внутренней обивкой цинком. Приблизительный практический размер ванны следующий: длина около 1 700 *мм*, ширина около 600 *мм*, глубина ок. 300 *мм*. Сетку располагают на 100 — 120 *мм* выше дна. При мытье деталей смываемая грязь осаживается на дно ванны.

[2] Кроме инструментов режущих, измерительных и пр., отдельных приспособлений и мелких механизмов собираемых машин (временно сохраняющихся в кладовой сборочной), предметом выдач обычно бывают: болты, гайки, шайбы, шпильки, винты, шплинты, соединительные части труб, медные трубки, шайбочки к ним, газовые трубы, листовой металл, жесть, проволока, разного рода прокладки, набивочные материалы, графит, пакля, бумага, концы, тряпки, машинное и вареное масло, вазелин, краски, наждак, карборунд, припой, олово, протрава для пайки, баббит, гарпиус, палочки и порошки для сварки и многое другое.

сделать проводку 5-атмосферного сжатого воздуха. 5-атмосферный воздух, как описано, имеет применение главным образом для пневматических машинок и также для очистки частей дизеля путем продувок. В связи с последним соображением, снабжение сборочной мастерской пневматическими переносными сверлильными машинками, машинками для рубки, нарезания и пр. является, может быть, более естественным, чем соответствующее снабжение электрическими машинками (хотя, в сущности, одно не исключает другое). Отметим еще, что сжатым же воздухом питаются кузнечные горна. Сжатый воздух завоевал себе прочное место на сборке машин, — удобство и легкость, с которой он может быть подаваем в любую точку рабочей площади, не ниже, чем таковые для электрической энергии. В целом однако пневматическое оборудование и в особенности его эксплоатация обходятся не дешево. [1]

Особую часть оборудования сборочной мастерской составляют системы для пуска в ход и тормозного испытания двигателей. Они состоят из следующего: комплекты бомб сжатого воздуха, баки для топлива и масла с трубопроводом, комплекты выхлопных труб с глушителями, комплекты тормозов того или иного типа, буксовальные приспособления и т. н.

Пусковые бомбы или, иначе, — баллоны, резервуары, имеющие рабочее давление сжатого воздуха ок. 60 атм. (и желательно не ниже 40), обычно изготовляются из мягкой стали, однако лучшим, но более дорогим материалом для них является никелевая сталь, из которой бомбы получаются меньшего веса и в меньшей степени поддающимися ржавлению. Бомбы надлежит разбирать и подвергать гидравлической пробе раствором соды на 120—150 атм. каждые 1—2 года. Если ржавчина достигла $^1/_5$ толщины стенок бомбы, то таковую нужно сменить. Бомбы соединяются при помощи хомутов в группы, представляющие комплект, достаточный по емкости для пуска в ход двигателя. Простейшим способом установки этих групп является погружение их стоймя в те или иные промежутки фундаментной кладки, — как бы в «колодцы». Возможно также прикреплять группы бомб к тем или иным стоякам металлических конструкций сборочной мастерской.

Что касается необходимой емкости бомб, то для одного пуска в ход двигателя, допустив падение давления в системе пусковых бомб от 60 атм. до 40 атм., нужно иметь не меньше 0,2 литров емкости бомб на каждый литр объема, описываемого поршнями рабочих цилиндров. Указанный относительный литраж бомб может быть немного понижен, если допускается падение давления в системе бомб ниже 40 атм. Количество расходуемого пускового воздуха также зависит от того, прогрет ли двигатель или запускается холодным. Кроме того, надо сказать, что система бомб должна обеспечить несколько пусков в ход, напр., 6—8 пусков, вследствие чего в соответствии пропорционально растет и емкость системы. [2] После пуска двигателя в ход, сжатый воздух легко возобновляется от его компрессора.

---

[1] Следует обратить внимание на то, чтобы компрессор установки при засасывании получал совершенно чистый воздух, в противном случае он сравнительно быстро снашивается. Наиболее рационально снабдить установку компрессора соответствующим т. н. «висциновым» фильтром, т. е. фильтром в форме, напр., специального котла (или ящика), заполненного не очень крупной железной стружкой, периодически поливаемой густым цилиндровым маслом или вискозином, принимающим на себя при прохождении воздуха почти всю пыль. Равносильно следует обратить внимание на недопустимость утечек сжатого воздуха, как, например, через неплотности в разного рода ниппелях, угольниках, в частях соединительной арматуры, шлангах и пр. Необходимо периодически производить проверки состояния воздушного трубопровода, что удобно делать во время перерыва работы, закрывая доступ воздуха в сеть из главного воздушного резервуара и следя по манометру за скоростью падения давления в сети.

[2] Приводим сведения о нормах количества пусков в ход бее пополнения резервуаров, которые обеспечиваются в некоторых эксплоатационных установках:

Стационарные установки	3—5	пусков в ход
Военные надводные суда	10	„ „
Подводные лодки	3—5	„ „
Коммерческие суда	16	„ „
Вспомогательные установки судов	3	„ „

В отношении присоединяемых к испытываемому двигателю временных баков топлива и масла, следует иметь в виду совершенную обязательность снабжения их соответствующими фильтрами. Надо также считать предпочтительным их высокое расположение, в обеспечение подачи топлива и масла самотеком.

Нужно еще обратить внимание на то обстоятельство, что медные трубки топливного трубопровода отчасти разъедаются нефтью, поэтому топливный трубопровод целесообразнее иметь стальной.

Глушители выхлопного трубопровода сборочной мастерской представляют несложные клепанные котлы установленные, во избежание потери полезной площади мастерской, на дворе, на том или ином фундаменте, а в крайности, временно, прямо на плотном грунте.

Тормоза для испытания двигателей под нагрузкой, вообще говоря, изготовляются различными специальными фирмами. Обычно тормоза, применяемые на дизельных испытательных установках, бывают гидравлические или электрические. [1] Пользуются известностью гидравлические тормоза системы Фруда и также системы Юнкерса, основанные на трении дисков (с пальцами или без них), помещаемых в водяных барабанах, при чем тормоз в большинстве случаев может регулироваться путем изменения количества воды, наливаемой в барабан, в котором вращаются упомянутые диски.

Что касается электрических тормозов, то кроме специальных конструкций, таковым может служить также всякая динамомашина как постоянного тока, так и переменного. Несмотря на то, что этого рода тормоза, конечно, измеряют не механическую энергию, но электрическую, они являются вполне удобными в пользовании, но во всяком случае коэффициент их отдачи должен быть точно известен. При динамомашине должна быть переносная распределительная доска (щит) с соответствующими измерительными электрическими приборами и надлежащее количество проводников с хорошей изоляцией (кабели). Если получающуюся электрическую энергию расходуют, «съедают» просто в водяном реостате, то целесообразнее применять динамомашины переменного тока во избежание неудобств от чрезмерного электролиза. В этом случае реостат может состоять из витков неизолированной металлической проволоки определенного поперечного сечения, погруженной в бак с проточной водой. [2]

Существует еще интересный способ измерения мощности при помощи определения величины скручивания главного коленчатого вала на ходу машины. Это оптическое устройство имеет за собой известные преимущества по существу, но оно пока не получило сколько-нибудь значительного практического распространения.

Для соединения испытываемого двигателя с тормозным устройством в сборочной мастерской пользуются муфтами, например, эластичными муфтами Фойта. Что касается системы передачи шкивами и ремнями, то, принимая во внимание наличие больших передаваемых на тормоз мощностей, будет лучше таковой системой не пользоваться. Понятно, что при разнообразии выпуска двигателей Дизеля в мастерской, оказывается затруднительным обойтись одним образцом тормозного устройства, но является необходимым в оборудование включить тормозные устройства нескольких различных, соответствующих требуемым мощностям и числам оборотов размеров, а также при надобности допустить и различные системы тормозных устройств.

---

[1] Заметим, что общеизвестные ленточные тормоза в форме пояса колодок, охватывающего шкив, или маховик, действующие трением, для измерения тех мощностей, с которыми обычно приходится иметь дело в дизелестроении, — не применимы, ибо их колодки слишком легко разогреваются и срабатываются, от чего не спасает даже обильное поливание водой.

[2] В порядке рационализации возможны предложения для более целесообразного использования получающейся при испытаниях дизелей в большом количестве электрической энергии. Целесообразно проработать способы подавать эту энергию, например, на осветительную сеть или также, в случае применения динамомашин постоянного тока, утилизировать энергию электрохимическим путем: электролиз, аккумулирование и пр.

К специальному же оборудованию сборочной мастерской можно отнести комплекты буксовальных приспособлений для проворачивания коленчатых валов средних и крупных дизелей и которые при сборке малых машин нередко заменяются приспособленными более простыми, например, рычагами и пр. (см. выше,— об установке маховиков и буксовальных приспособлений).

Переходя к весьма интересному вопросу о специальном рационализаторском оборудовании сборочной мастерской по линии технического усовершенствования условий собирания машин, мы укажем, прежде всего, что достижения в этой области в значительной мере связаны с стандартизацией типа машин и переходом в худшем случае на серийную выработку, а в лучшем — на приближающуюся к массовой и даже фактически массовую со всеми характерными чертами такого рода производства. Параллельно с этим стоит вопрос и о снабжении сборочной мастерской специальными, ускоряющими и облегчающими выполнение работы рационализаторскими приспособлениями и вполне специальными инструментами. Отдельные сведения о таких специальных устройствах введены нами главным образом в настоящем, третьем издании нашей книги. Напомним следующие случаи рационализации работ: применение временных вспомогательных валов для пригонки разного рода подшипников, приспособления для проверки правильного положения пальцев поршней, гидравлическое приспособление для впрессовки и выпимания поршневых пальцев, приспособления для облегчения введения в цилиндр поршней с кольцами, приспособления для облегчения вкладывания и выпимания поршневых колен (шпицы), приспособления для проверки шатунов, специальный измеритель расстояния между осями параллельных валов и проекций этих расстояний на горизонталь и вертикаль, прибор для измерения слабины подшипников, микрометрические и прочие приспособления для установки отвесных и горизонтальных (а иногда и наклонных) разметочных проволок и нитей, прибор для сборки и разборки клапанов, прибор для выпимания их заевших гнезд, приспособления для ускоренной притирки клапанов, разного рода захватки для рационального укрепления изделий в тисках и пр.

Впрочем затронутая весьма интересная тема в настоящее время, к сожалению, еще не может быть изложена в сколько-нибудь исчерпывающей форме, ибо фактический материал разрознен и является еще явно недостаточным. Обращаем внимание на то, что рационализирование сборки должно итти параллельно с уточнением, стандартизацией производства частей двигателя в механических производственных мастерских и также надлежащей конструктивной проработкой типа двигателя Дизеля.

Наиболее существенным нововведением на сборке дизелей было бы устройство больших сложных кондукторов и шаблонов для осуществления правильной стандартной сборки и пригонки крупных частей машины. Аналогичные приспособления применяются на сборке малых, напр., автомобильных, аэропланных и тракторных двигателей и также торпедных, но в практику среднего и крупного машиностроения пока не вошли.

Далее, в дополнение мы приведем к описанному выше перечисление предметов возможного рационализаторского оборудования сборочной и снабжения специальными станками и приспособлениями:

1. Специальные пресса, заменяющие работу кувалдой и правильные пресса для выправления изделий малого и среднего размера.

2. Усовершенствованные приспособления для расточки и шлифовки рабочей поверхности ряда подшипников главного вала и вспомогательных валов (а также и отдельных подшипников).

3. Переносная электромоторная установка с гибким валом, для работ по шлифованию, фрезерованию, сверлению и т. д., главным образом для работы в трудно досягаемых местах.

4. Специальные приборы для проверки прямолинейности системы поршней и шатунов, а также крейцкопфной группы.

5. Разного рода сборочные кондуктора и шаблоны.

6. Кондуктора (или шаблоны) для сборки крупных шестерней конических и винтовых.

7. Приспособления для снятия и посадки деталей: втулок, шестерен, подшипников, муфт, букс, шайб, гильз, маховичков, рычагов, валов и т. п.

8. Посадочные корзины для посадки поршня с кольцами в цилиндр.

9. Приспособление для прочистки поршневых канавок.

10. Специальные приспособления для продувки деталей сжатым воздухом.

11. Электрическая дрель с набором щеток для удаления грязи и нагара с частей.

12. Специальные скребки для соскабливания грязи и нагара с частей.

13. Шприцы для подачи густой смазки и специальное ведро с насосом для нагнетания смазки.

14. Приспособление для обточки шеек валов.

15. Электромоторное шлифовальное приспособление для шлифовки внутренней поверхности цилиндров. Могут применяться на сборке лишь в исключительных случаях.

16. Приспособление для фрезерования клапанных гнезд.

17. Прибор для заточки фасок клапанов (или соответствующий станок).

18. Специальная дрель с обратным ходом (электромоторная) или коловорот со специальными наконечниками для притирки клапанов (и также станок).

19. Проволочные (из пружинной стали) очистители для клапанных гнезд, втулок и пр.

20. Прибор ручной или электромоторный для подрезания концов шпилек.

21. Специальные коловороты и электромоторные приспособления для работы торцевыми ключами и отвертками при завинчивании и отвинчивании гаек, винтов и пр.

22. Угольниковое приспособление для направления сверл перпендикулярно к поверхности сверления.

23. Специальные подставки для укладки частей дизеля и многое прочее.

Отметим, что в настоящее время еще далеко не все из числа перечисленных предметов рационализаторского оборудования и разных приспособлений могут считаться вполне проработанными даже по отношению их принципов конструкции.

Кроме того необходимо иметь в виду, что как сама постройка сборочной мастерской, так и все части ее оборудования, установки постоянные и временные, а также приспособления должны удовлетворять правилам техники безопасности.

В заключение напомним, что в общее оборудование сборочной мастерской, кроме вышеупомянутых освещения, водоснабжения и канализации, входят отопление и вентиляция, меблировка, состоящая в снабжении конторы конторской мебелью, специальным шкафом для документов, кладовых и магазина конторскими и простыми столами, стульями, табуретками и шкафами и самой сборочной мастерской табуретками и некоторым количеством простых столов, далее, в общее оборудование сборочной мастерской входят стенные часы, электрический звонок, телефоны, противопожарные сигналы и средства, — огнетушители, гидропульты, ящики с песком и проч. и, наконец, специальные приспособления по технике безопасности и пр.

Заметим еще, что сборочную, как и всякую мастерскую, следует содержать в чистоте, но правда, в сущности, до известных пределов: некоторое минимальное количество металлического мусора даже явно полезно; во всяком случае следует распорядиться при очистке мастерской производить некоторую сортировку отбросов, оставляя временно лежать могущие пойти в дело обрубки полос, листов, гайки, болты и пр., что дает экономию в использовании материалов (имея в виду главным образом работы по приспособлениям), а также избавляет рабочего от необходимости лишний раз итти с требованием в магазин.

Организация производства работ.

Перейдем теперь к вопросам организации производства работ.

Обычно практикуется такой распорядок, при котором все мастерские, в том числе и сборочная, получают нужные чертежи из технической конторы (чертежной) завода. На них должен быть формулирован директив-заказ, утвержденный высшей технической администрацией завода. Таким образом, техническая инициатива целиком принадлежит технической конторе.

Более редко, но, говорят, с хорошими результатами практикуется и другой распорядок, а именно: получив нужные чертежи, сборочная сама дает заказы по всем другим мастерским.

Во всяком случае, приступив к собиранию машины, следует хорошо следить за тем, чтобы прочие мастерские не задерживали работы. Конечно, дело сборки было бы поставлено в этом отношении в значительно более выгодные условия, если бы начать собирание машины лишь тогда, когда все детали уже заготовлены, но на практике обычно этого не бывает.

Для обеспечения правильного хода работ следует обратить серьезнейшее внимание на то, чтобы инструментальная при сборочной была на должной высоте и содержалась в строгости в отношении хорошего качества и достаточного количества инструментов, а также достаточного разнообразия их комплектов и достаточно быстрой выдачи их.

После согласования с администрацией и мастерами прочих мастерских можно начинать сборку требуемой машины на освободившемся подходящем месте площади мастерской. Создают бригады сборщиков в составе сборщика монтера и определенных сборщиков слесарей, которых табельщик записывает в наряд по соответствующему номеру заказа; монтер является бригадиром и руководит работой, производит по своему усмотрению распределение работы между своими товарищами и кроме того следит за своевременной доставкой частей; он же сохраняет необходимые рабочие чертежи.[1] Таким образом бригадир является до некоторой степени ответственным работником и его не следует переводить с одной работы на другую до выполнения всего наряда. Конечно, можно вести сборку и без бригадира, но тогда должна быть значительно усилена деятельность мастеров.

Вообще говоря, в организации сборочных работ можно итти двояким путем: во-первых, можно иметь хороших мастеровых при сравнительно более слабой администрации и, наоборот, иметь деятельную и многочисленную администрацию при сравнительно плохом составе рабочих. Принципиально все экономические преимущества за вторым распорядком, как это доказано практикой знаменитого завода Форда в Америке. Однако у нас в целом до этого еще не дошли. Отчасти дело объясняется практикуемой недостаточно точной выработкой деталей на станках, так что сборщику остается еще сделать слишком много прежде чем машину собрать, а также тем обстоятельством, что работа сборщика сравнительно очень разнообразна, протекая большею частью вручную, и, наконец, вследствие недостатка высококвалифицированной администрации. Таким образом мы остаемся при системе, которая требует, чтобы набирался возможно лучший, хотя бы дорого оплачиваемый, состав рабочих.

Ниже мы укажем пути, которыми нужно следовать, чтобы облегчить то тяжелое положение, в которое непременно попадает администрация, зависимая от незначительной группы мастеровых-специалистов. Во всяком случае, завод вынужден дорожить своими специалистами-сборщиками, ибо не может и не должен рисковать доброкачественностью сборки. От правильной сборки в значительнейшей степени зависит надежность, долговечность и безопасность машины и, конечно, также и своевременность сдачи. С другой стороны,

---

[1] Одно из больших зол практики сборки машин заключается в том, что чертежами пользуются слишком неаккуратно, — их замасливают, загрязняют до неузнаваемости, рвут и, в конце-концов, отчасти поневоле пренебрегают ими.

понятно, что отлично заготовленные части не имеют никакого смысла, если они плохо собраны.

Некоторое усовершенствование практикуемой у нас системы производства работ можно видеть в частичном применении принципа разделения труда, а именно: создаются узкие специалисты, и, соответственно, разделяют сборку дизеля на многие отдельные работы, поручаемые одним и тем же специалистам-рабочим.

В какой мере может быть проведен принцип разделения труда это зависит от размера производства, а, главное, от качества и количества мастеров и вообще от администрации прежде всего. Во всяком случае даже в небольшом производстве вполне возможно выделить в отдельные специальные наряды работы по трубопроводу и выделке всевозможных щитов, изготовляемых из полосового и листового железа.

Выгоды от применения принципа разделения труда получаются весьма значительные: во-первых, производство выигрывает в отношении качества изделий и скорости их изготовления, ибо создаются весьма благоприятные условия для выработки особой технической и личной приспособленности рабочих к производимым ими работам и ослабляется вредное, тормозящее влияние совместной работы многих рабочих, когда скорость работы большею частью устанавливается по наименее продуктивному члену группы, во-вторых, оказывается возможным иметь на работе сравнительно слабый по опытности, а. следовательно и более дешевый кадр рабочих, который, в случае надобности всегда без всяких затруднений может быть возобновляем. Кроме того, введение принципа разделения труда дает возможность по желанию нормировать величину каждого отдельного наряда. Ниже мы отмечаем значительную невыгоду выдачи чрезмерно больших нарядов, каковым является полная сборка машины. Ради этих соображений безусловно полезно работы на одной машине разделить по крайней мере на три части: собственно сборка, пускание в ход и испытание, разборка.

О некоторых особенностях сдельной оплаты труда в сборочной мастерской.

Обычно в сборочной мастерской применяется сдельная система оплаты труда рабочих, как самая простая из систем, побуждающих к труду. Практически, на сдельную работу удается поставить не отдельных рабочих, а, главным образом, целые артели (бригады) рабочих-мастеровых, производящих сборку машин во главе с монтером - бригадиром; исключение составляют некоторые рабочие-специалисты, которым практически возможно давать отдельные задания. С другой стороны, инструментальщиков, крановщиков и некоторых прочих рабочих, а также и большинство чернорабочих приходится рассчитывать повременно, напр., поденно.

Применение сдельной системы в сборочной мастерской встречает на практике некоторые затруднения: во-первых, сборку машины часто бывает весьма трудно оценить[1]; во-вторых, оценка стоимости сборки и по существу не может быть вполне определенной, потому что стоимость сборки даже однотипных машин получается иногда совсем неравнозначущей, вследствие хотя бы того, что всегда могут встретиться и лишние работы и случаются удорожающие задержки на пробах; в-третьих, дело осложняется тем, что наряд на сборку всей машины слишком велик сам по себе, что ведет к практической невозможности удержать в течение сборки один и тот же состав рабочих на данной работе тем более, что количество рабочих на одной машине само по себе должно колебаться в зависимости от хода работ, а в то же время переменный состав рабочих бесспорно, со всех точек зрения, вредно

[1] Оценка сдельной работы по существу всегда исходит из некоторого условного поденного расчета. Однако, несмотря на это соображение, безусловно желательна известная «твердость» цен, ибо в противном случае стимулирующее значение сдельной системы пропадает. Оценка работы по наряду должна производиться своевременно и, принципиально, никоим образом не задним числом.

отзывается на работе, в четвертых, чрезмерная продолжительность сборки двигателя Дизеля, измеряемая одним — тремя, а иногда и многими месяцами, да еще при переменном составе рабочих, приводит к тому, что побуждающее к работе влияние сдельного наряда несколько ослабляется. Таким образом является необходимым расчленение нарядов сдельной сборки на части, требующие значительно меньшие промежутки времени для исполнения.

Соображения о премировании скорости работы.

Более всего нужно заботиться о возможной целесообразной скорости производства работы. Скорость должна быть предельной, почти спортивной. За скорость исполнения, т.-е. индивидуальную производительность труда, можно, действительно, не пожалеть денег, ибо цена оборудования завода, построек, накладных расходов и пр. настолько значительно влияет на себестоимость, что ничто не может так удешевить и экономизировать производство, как максимальное увеличение производительности труда при равных прочих затратах. Можно с уверенностью сказать, что при нынешних условиях даровой труд рабов древности, не имеющих никакого серьезного стимула к работе, неуклонно довел бы до состояния полного разорения и дезорганизации любой из современных заводов. Равнодушно и простая поденщина ныне неуместна. Наоборот, желательно усовершенствование сдельной системы в сторону еще большего стимулирования производительности труда. Урочная система с премированием скорости исполнения заданий (идеи Тэйлора и пр.) подходит прямо к этой задаче.

Основная мысль дифференциальной системы Тэйлора заключается в прогрессивном повышении тарифа «за штуку» выполненной работы при перевыработке количества против нормы. Она имеет известное противоположение простой премиальной системе, в которой премия выплачивается по существу всегда с некоторой недоплатой. Однако, наши заводы к прогрессивно-премиальной системе оплаты труда в целом еще не перешли и, как правило, остаются при сдельной.

Скорость работы главным образом зависит от распорядительности администрации. Практика американских заводов, установивших у себя массовое производство, с полной наглядностью доказывает это условие.

О составе рабочих и служащих в сборочной мастерской.

Во главе работ по сборке машин Дизеля в качестве заведующего обычно стоит инженер-специалист с необходимыми помощниками. На нем лежат задачи общего руководства, представительства, контакта с высшей заводской администрацией, ведения конторы и вся ответственность, как на заведующем, а также специально учет теоретических данных по технической линии. В его ведении находятся мастера-практики с группой своих помощников, называемых подмастерами. Мастера непосредственно следят за выполнением работы, назначают рабочих в наряд, следят за правильной утилизацией рабочей силы и т. д.

Кроме того в состав служащих мастерской входят конторщики, табельщики, кладовщики, сторожа, уборщицы и пр.

В крупной сборочной мастерской крайне желательно иметь еще следующих отдельных служащих: механика для поддержания в порядке воздухопровода (он же машинист при компрессорной установке) и, может быть, специального механика для поддержания в исправности, т.-е. для ремонта пневматического инструмента, а также следует иметь в штате электромонтера.

К квалифицированным рабочим сборочного цеха двигателей Дизеля относятся монтеры, слесаря, жестянники, трубочники, инструментальщики. Главная часть квалифицированных рабочих работает бригадами по отдельным нарядам. Ими непосредственно руководят «старшие» рабочие-бригадиры (иначе монтеры). Сравнительно

немногие рабочие-специалисты работают вне бригад. Из состава имеющихся чернорабочих некоторые специализируются на особых работах, как то: выдаче инструментов, работе на кранах, уборке помещения и пр. Главной же общей работой чернорабочих является переноска тяжестей.

Об учениках мастерской.

Кроме описанных категорий рабочих при правильной постановке и здоровой организации всегда еще имеются и различные ученики и практиканты. Существование учеников является непременным условием цеховой жизни. На это основное условие производства часто закрывают глаза, хотя его необходимость не менее очевидна, чем многократно доказанного закона невозможности perpetuum mobile. «Ремесло без ученика», по словам одного экономиста, «нельзя представить себе как нечто целое; ученик служит как бы связующим звеном между отдельными поколениями, он обеспечивает ремеслу историческую непрерывность, обеспечивает его от вымирания».

Итак, в мастерской должны быть ученики, хотя и в небольшом количестве. Учениками могут быть подростки и чернорабочие. Чернорабочие в мастерских, конечно, нужны сами по себе, однако лучше всего, ввести за правило, чтобы почти каждый чернорабочий являлся кандидатом в ученики.

Организация обучения сближает рабочих и администрацию, в целом способствуя общему делу.

Справка о топливах и маслах, применяемых для двигателей Дизеля.

I. Топливо для дизелей.

Сырая нефть, мазут, соляровое масло, керосин.

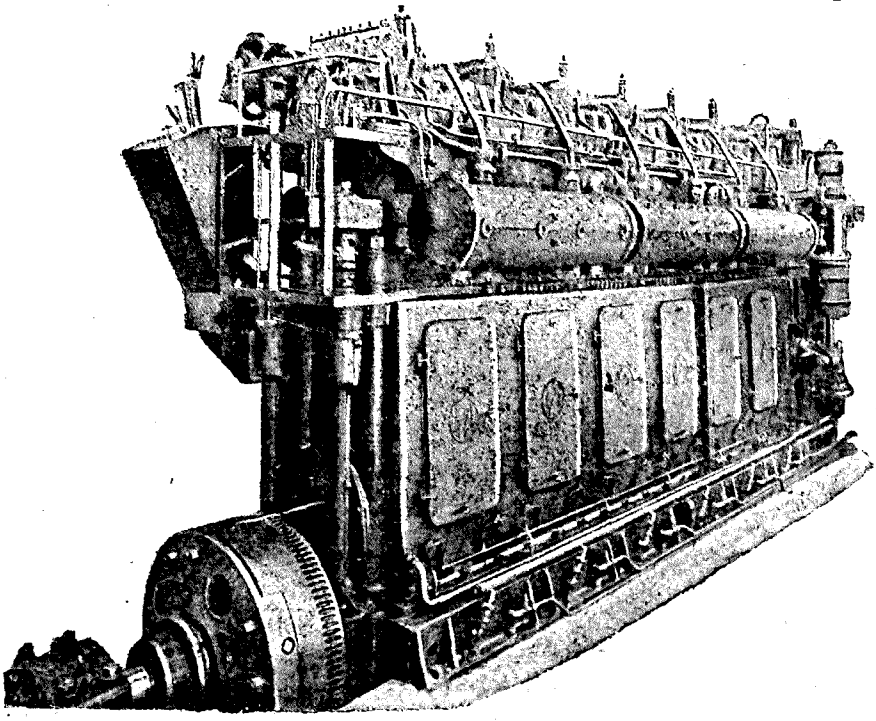
II. Масла для дизелей.

Типы двигателя	Назначение смазки	Мощность в цилиндре	Сорт масла
Четырехтактные:			
1. Открытый тип	Цилиндры и подшипники	до 50	Моторное *М*
» »	Цилиндры и подшипники	свыше 50	Моторное *Т*
2. Закрытый тип	Цилиндры	до 50	Моторное *М*
» »	»	свыше 50	Моторное *Т*
» »	Подшипники	всех мощностей	Моторное *Т*
			} или Автол *М*
Двухтактные:			
1. Открытый тип	Цилиндры	до 80	Моторное *Т*
» »	»	свыше 80	Автол *М*
» »	Подшипники	всех мощностей	Машинное *Т*
2. Закрытый тип	Цилиндры и подшипники	» »	Моторное *Т* или Автол *М*
Четырехтактные и двухтактные	Компрессора и продувочные насосы	—	Моторное *Т* [1]
	Охлаждение поршней	—	Турбинное *Л*
			Моторное *М*
			Моторное *Т*

[1] Возможно также применение масел моторного *М* или автола *М*, но не машинного *Т*.

Нормальный план сборки двигателя Дизеля сер. 2126^{IV} на зав. «Русский Дизель».

В качестве иллюстрации и в дополнение к нашему описанию сборки двигателей Дизеля мы приводим пример плана сборки 4-цилиндрового двигателя серии 2126^{IV} на заводе «Русский Дизель» в Ленинграде. План учитывает порядок сборки, количество одновременно работающих, человеко-часы на отдельных последовательных операциях, общее время сборки и т. д. Этот план проводился



Фиг. 152.

реально при постройке дизелей указанной серии мощностью по 500 лош. сил, имеющих двухтактный цикл работы при отсутствии реверса, крейцкопфный тип конструкции, диаметр цилиндров 410 *мм* и ход поршней 500 *мм*, число оборотов 180 в минуту и общий вес 45 тонн без маховика. На фиг. 152 приводится фотография двигателя этой же серии постройки 1926 г. (6 цил.), подробно описанного в книге Г. Дуббель. Двигатели внутреннего горения, стационарные и судовые. 1928 г. Там же приводятся чертежи этого двигателя в различных разрезах.

НОРМАЛЬНЫЙ ПЛАН СБОРКИ ДВИГАТЕЛЯ СЕРИЙ 2126.

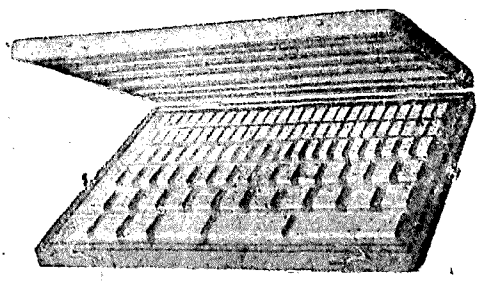
Планировочные дни | Отметка, начало и конец работы | Календарные дни

Наименование слесарно-сборочных работ на стапеле

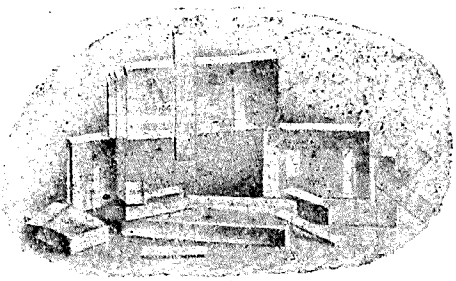
- ① Установка стапеля
- ② Установка фундаментной рамы
- ③ Укладка коленчатого вала
  - ④ Пригонка рапперов
  - ⑤ Установка выносного подшипника
  - ⑥ Наружная масляная стенка картера
- ⑦ Пригонка картера к фундаментной раме
- ⑧ Проверка установки картера. Сверление отверстий для контровки болтов. Разметка картера и рамы
- ⑨ Припиловка в картере плоскостей прилегания крышек коренных подшипников
- ⑩ Припиловка в картере плоскостей прилегания крышек №№ I, II
- ⑪ Пригонка нижней головки шатуна рабочего цилиндра
- ⑫ Пригонка гарнитура картера
- ⑬ Пригонка шатуна продувочного насоса
- ⑭ Пригонка верхней головки шатуна рабочего цилиндра
- ⑮ Пригонка шатуна продувочного насоса
- ⑯ Пригонка верхней головки шатуна рабочего цилиндра
- ⑰ Припиловка, пригонка и привалка крышек продувочного насоса
- ⑱ Припиловка, пригонка и привалка крышек продувочного насоса
- ⑲ Центровка, установка и пригонка корпуса продувочного насоса
- ⑳ Центровка, проверка щек параллельности шатуна
- ㉑ Установка и пригонка рубашки
- ㉒ Изготовление и установка маслопроводных трубок и арматуры
- ㉓ Изготовление и установка воздухонаводопроводов
- ㉔ Установка корпуса компрессора и упорного кронштейна
- ㉕ Установка вертикального вала
- ㉖ Опиловка в рубашке под кронштейн
- ㉗ Обрубка плоскостей разъема крышек №№ I, II
- ㉘ Установка крышек и пригонка рабочих цилиндров
- ㉙ Установка поршня и шатуна компрессора
- ㉚ Установка крышек и рамных рабочих цилиндров
- ㉛ Установка трассировочных труб
- ㉜ Маслоуловитель крейцкопфа
- ㉝ Установка трассировки масла насоса и групповых переключателей
- ㉞ Установка трассировки компрессорной и кожуха его
- ㉟ Установка крышек и коробок компрессора
- ㊱ Установка распределительного вала
- ㊲ Установка распределительного золотника продувочного насоса
- ㊳ Установка индикаторов
- ㊴ Пост управления
- ㊵ Шприцовка шатунов
- ㊶ Компрессор и вспомогательных трубопроводов
- ㊷ Установка насоса
- ㊸ Установка автоматических клапанов
- ㊹ Водяной насос
- ㊺ Трассировка водяных труб
- ㊻ Подготовительные работы
- ㊼ Установка и пригонка валов и зубчатых передач
- ㊽ Установка концевых щитов и щитов шестерней валов
- ㊾ Установка дверцев, лазов и люков
- ㊿ Установка горловины сруда
- (51) Пусковые баллоны
- (52) Окончательная пригонка, балки и мерительные приборы
- (53) Установка и пригонка крышек
- (54) Установка, сборка распределительного вала и постановка его на место
- (55) Установка и пригонка крышек
- (56) Установка и пригонка крышек
- (57) Установка и пригонка крышек
- (58) Установка и пригонка крышек
- (59) Установка и пригонка крышек
- (60) Установка и пригонка крышек
-

Измерительные инструменты и пользование ими.

В основу современных точнейших технических измерений размеров, в том числе и диаметров, следует положить так называемые плитки Иогансена (фиг. 153 и 154). Эти плитки представляют собой крайне точно выполненные и крайне тщательно пригнанные



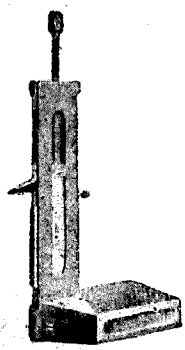
Фиг. 153.



Фиг. 154.

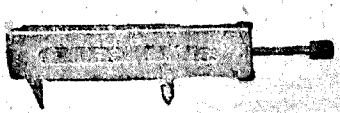
друг к другу параллелипипеды различных длин, изготовленные из специальной стали. Они обладают известным из физики свойством весьма тщательно пригнанных поверхностей прилипать друг к другу с сравнительно большой силой при составлении их вместе, чем обычно и контролируется их исправное состояние.

Несколько заграничных фирм изготовляют наборы этих плиток. Наборы изготовляются нескольких степеней точности. Плитки Иогансена могут применяться как для проверок многих инструментов и приборов, размеров калибров и шаблонов, так и для измерения размеров изделий, для чего приходится пользоваться приспособлениями в виде специальных угольников и т. п., имеющих особые рамки для размещения нужных наборов плиток, в сумме дающих желаемую длину (фиг. 155 и 156).



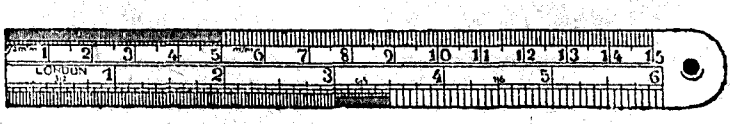
Фиг. 155.

В нашей русской практике сборочных работ плитки Иогансена, к сожалению, еще не получили сколько-нибудь достаточного применения.



Фиг. 156.

В монтажной практике имеют применение разнообразные измерительные инструменты, приборы и приспособления. Наиболее часто встречаются следующие: масштаб, рулетка, циркуль, кронциркуль, нутромер, штангенциркуль немецкий, штангенциркуль, глубомер, микрометр, штихмас, всякого рода шаблоны, рисмус, визирки,



Фиг. 157.

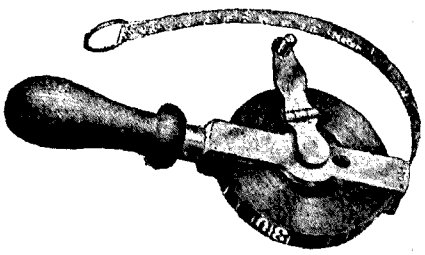
натянутая нить, отвес, ватерпас, уровень, сообщающиеся сосуды, линейка, плитки для проверки плоскостей, угольник, малка, угловой калибр, угломер, индикатор универсальный, щуп, свинцовая проволочка, весы, счетчик оборо-

тов и тахометр, термометры, манометры, индикатор для снятия рабочих диаграмм цилиндра и пр. более специальные приборы.

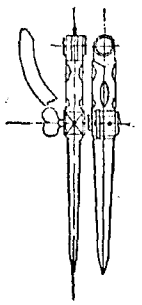
Для определения расстояний и длин проще всего воспользоваться масштабом. Впрочем, этим инструментом нельзя достигнуть большой точности. Предпочтительно применяют металлический масштаб. Образцы масштаба показаны на фиг. 157 и 158, из них масштаб фиг. 158—складной. Разновидностью складного масштаба является рулетка, представляющая длинную масштабную стальную ленту, допускающую круговое сматывание и наматывание (фиг. 159).

Циркуль (фиг. 160) также применяется для измерения расстояний и длин, при чем, если нужно определить расстояние в каких-нибудь единицах меры, хотя бы в *мм*, то приходится дополнительно приставлять остриями ножек к масштабу раздвинутый по измеряемому расстоянию циркуль и, таким образом, определять измеряемое число миллиметров. Очевидно, подобное измерение не может быть особенно точным. Нормально можно надеяться довести точность промера до

Фиг. 158.



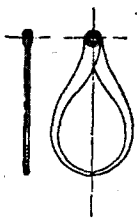
Фиг. 159.



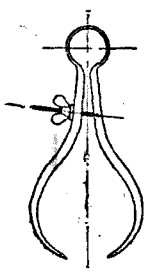
Фиг. 160.

0,2 *мм*. Лучше обстоит дело, когда ставится задача только сравнить качественно два расстояния между собой и определить, которое из них, например, больше. Кроме указанного применения, циркулем нередко пользуются для вычерчивания окружностей на металлических поверхностях частей.

Видоизмененный циркуль представляют: кронциркуль (фиг. 161, 162), и нутромер (фиг. 163). Кронциркуль применяется в тех случаях, когда нужно про-

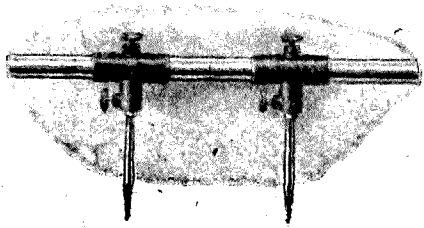


Фиг. 161.



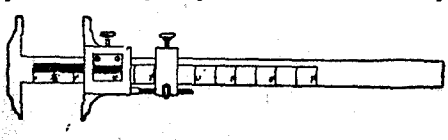
Фиг. 162.

Фиг. 163.



Фиг. 164.

извести наружный промер, нутромер же, наоборот, для измерения внутренних полостей. Способы измерения, в общем, вполне подобны описанным для циркуля, однако, для качественных сравнений размеров оказывается возможным производить прощупывание, что дает гораздо большую чувствительность измерения: ножки кронциркуля должны быть настолько развинуты, чтобы, напр., трогали измеряемый вал, но при этом настолько слабо, чтобы кронциркуль мог проваливаться от действия своей собственной тяжести. Подобная нормировка разумеется вполне условна.



Фиг. 165.

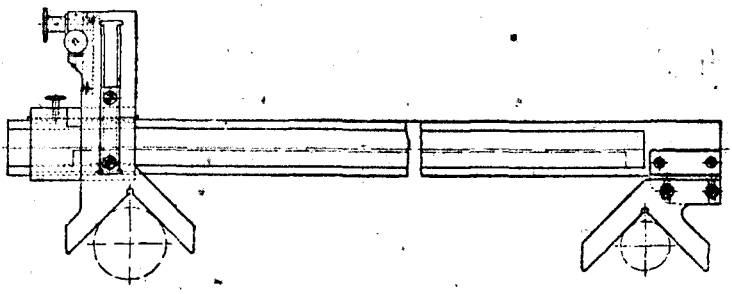
Простой кронциркуль и нутромер (фиг. 161 и 163), имеющие затужеиный шарнир, доводятся до величины измеряемого расстояния при посредстве легких ударов задними сторонами их ножек по чему-либо твердому, усовершенствованные же кронциркуль и нутромер имеют микрометрический винт для их установки (фиг. 162).

Штангенциркуль немецкий (фиг. 164) является циркулем с остриями, передвигаемыми по штанге.

Штангенциркуль (фиг. 165) является инструментом, допускающим измерение длин с точностью до 0,1—0,01 *мм*; нониус, имеющийся на нем, по которому отсчитывается последняя цифра числа после запятой десятичной дроби, служит для повышения точности возможного этим инструментом измерения. Представляет, кроме того, несомненный интерес разработка конструкций крон-и штангенциркулей для непосредственного измерения расстояний между осями параллель-

пых валов и проверки их параллельности. На фиг. 166 мы приводим примерный чертеж подобного прибора нашей конструкции, дающего, при передвижке его поперечной кремальеры, требуемые показания в момент получения на его продольной шкале некоторого максимума отсчета. Еще существеннее сборщику иметь в пользовании приборы, непосредственно измеряющие ортогональные проекции расстояний между осями параллельных валов. Однако, к сожалению, приборы подобного рода в практику еще не вошли.

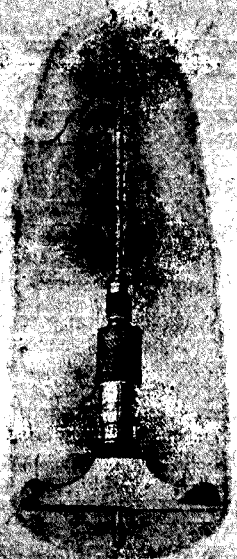
Глубомер (фиг. 167) является инструментом для измерения глубин впадин от их краев.



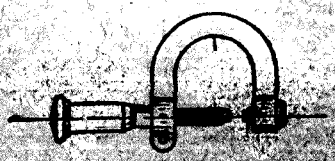
Фиг. 166.

Для промеров небольших величин, например, толщин листов, диаметров проволок и т. п. применяется микрометр (фиг. 168), который, подобно «штангену», измеряет абсолютную величину размера.

Скобкообразная форма микрометра позволяет иногда произвести им измерение там, где штангеном оно было бы невозможно, в остальных отношениях, однако, штанген может быть является более полезным в работе.

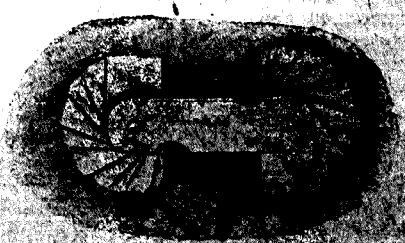


Фиг. 167.



Фиг. 168.

Фиг. 169.



Фиг. 170.

Шаблонами называют специальные образцы — эталоны длин и расстояний, а также образцы контуров предметов. Шаблоны бывают стержневые, сделанные из толстой проволоки, и плоские в виде металлических пластинок.

При выработке предмета по шаблону прежде всего ведаются целью получения размеры точно согласно размерам шаблона и нередко останавливаются на втором плане вопрос, насколько сам шаблон осуществляет заданные размеры. Простейший стержневой шаблон был подробно описан выше он показан на фиг. 84. Как видно из описания, он весьма удобно применяется для проверки расстояния от стенок вогнутой цилиндрической поверхности до оси ее. Он равномерно может быть применен для измерения расстояния между двумя параллельными плоскостями и выяснения степени их параллельности, далее, для измерения внутренних диаметров цилиндров и пр.

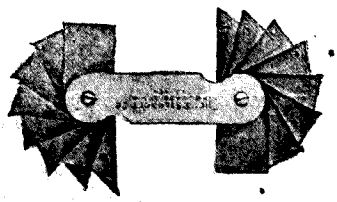
Существующие в продаже стержневые шаблоны бывают сделаны не из проволоки, но несколько более массивными.

Стержневой шаблон, допускающий различную установку его длины, называется **штихмассом** (фиг. 169).

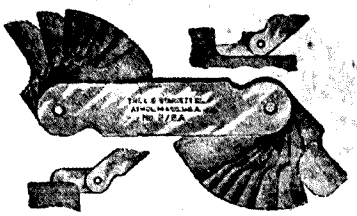
Специально для определения расстояния между прямой линией, материализованной натянутой нитью, и плоскостью, ей параллельной, применяется так называемый плоский шаблон (фиг. 64, 65 и 67), при чем попутно проверяется, конечно, и самая параллельность линии и плоскости. Этот шаблон представляет более или менее тщательно выработанную металлическую пластинку, обладающую двумя округленными или заостренными, а, главное, взаимно-параллельными противолежащими кромками (таким образом, для плоского шаблона естественна форма четырехугольника, будь то трапеция, прямоугольник и пр.). При пользовании этим шаблоном его кладут одной из параллельных кромок на плоскость и производят колебательные движения, чтобы он доходил до нити, при этом либо прощупывают соприкосновение шаблона и нити, либо довольствуются констатированием доставания или недоставания по видимости.

Фигурные шаблоны описаны нами в главах о крейцкопфной конструкции, о маховике и пр.

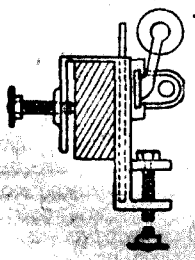
К фигурным же шаблонам можно отнести применяемые наборы шаблонов для проверки резьб (фиг. 170), углов (фиг. 171) и радиусов скруглений (фиг. 172).



Фиг. 171.



Фиг. 172.



Фиг. 173.

Особую форму сложных шаблонов представляют **кондуктора** для просверливания ряда дыр, о которых упоминалось в главах об укладывании фундаментных параллелей и о станинах и цилиндрах.

Рисмус показан на фиг. 44, 192 и др. Этот инструмент входит в оборудование разметочного стола, а также может быть использован и вне его. Представляя собой иглу, установленную на штативе, он дает возможность на всяком предмете при разметке его на столе начертить (нацарапать) контур, соответствующий пересечению данного тела плоскостью параллельной плоскости стола. Кроме того, рисмус применяется, как инструмент, выверяющий расстояние между плоскостью и протянутой параллельной ей нитью и пр., что вполне подобно применению плоского шаблона. Игла рисмуса, вынутая из подставки, сама по себе имеет широкое применение для необходимых вычерчиваний по металлу; ее называют чертильным шилом или графилкой.

Визирками называются особого вида заслонки, состоящие из четырех перемещаемых микрометрически пластинок с целью получения весьма небольшого отверстия. В конце ряда визирок ставится источник света и подвинчиванием микрометрических винтов заслонок достигают того, что виден свет сквозь весь ряд визирок. Таким образом, по визиркам можно расположить требуемые предметы по прямой линии, напр., подшипники длинного вала и т. п. Не нужно, однако, думать, что это приспособление дает особо точный результат: дело в том, что явление диффракции позволяет видеть свет даже тогда, когда отверстия расположены не совсем по прямой линии и возможно, что натянутая нить практически точнее определяет прямую, в особенности, если приняты поправки на провешивание.

Свойства **натянутой нити** подробно рассмотрены в упомянутой выше книге Морица по сборке судовых паровых машин. Для точности результата требуется, чтобы нить была возможно более натянута при наименьшем собственном весе, затем, желательно, чтобы концевые стойки (фиг. 173) были надежно закреплены. Применяют шелковую нить 0,5 — 0,7 *мм* диаметром, нагружая ее до половины величины разрывающего усилия, т.-е., примерно, грузом 3 — 6 *кг*. Натянутая шелковая нить часто применяется при сборке горизонтальных машин, для вертикальных же она сравнительно менее нужна.

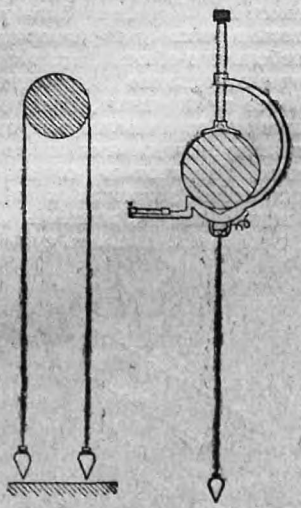
В целях удобства работы при прохождении нитью ряда подшипников является желательным применение на крайних из них специальных приспособлений, центрирующих в них нить.

Частный случай натянутой нити представляет **отвес**. Для отвеса применяют либо ту же шелковую нить, либо 0,2-*мм* жесткую стальную проволоку, загружаемую тяжелым весом до 10 *кг* весом, ибо желательно, чтобы она хорошо выпрямилась. Подобная нагрузка, впрочем, нередко разрывает проволоку. При помощи отвеса разрешают две задачи: во-первых, достигают материализации вертикальной прямой, во-вторых, находят вертикальную аросек-

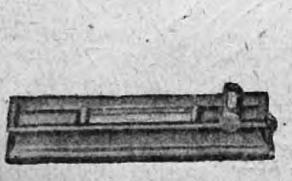
[1] Эти шаблоны иначе называются резьбомерами.

цию какой-либо точки на данную поверхность. Первый случай применения требует непременно больших нагрузок нити, во втором же случае весок не требуется столь тяжелым и совершенно достаточно 2 *кг* для проволоки 0,2 *мм*, но зато весок должен быть более совершенным (фиг. 90), чем в первом случае, где можно было нить загрузить, чем угодно. Этот весок должен быть настолько правильно сделан и подвешен, чтобы его острие находилось строго на продолжении прямой нити. Проверка его в этом отношении не представляет никаких затруднений; для этого достаточно заставить его немного покрутиться на нити, не позволяя в то же время колебаться; если, крутясь, весок острием остается в одной точке, то он правилен, если же он описывает окружности, то требует исправления; очевидно, для удобства этого опыта приходится вблизи острия иметь какую-либо поверхность, чтобы лучше можно было видеть движения острия.

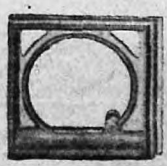
Для проектирования валов на горизонтальные плоскости обычно применяют д в о й н о й о т в е с в виде нити, имеющей с обоих концов вески. На фиг. 174 можно видеть способ пользования им. Равносильно можно, приняв на учет диаметр вала, пользоваться лишь одним из этих перекинутых через вал отвесов, придерживая с другой стороны нить отвеса или лучше закрепив ее. Представляют также интерес приспособления, позволяющие непосредственно проектировать оси валов с применением лишь одного веска, центрированного по оси вала. Примерная конструкция нашей разработки подобного приспособления приводится на фиг. 175.



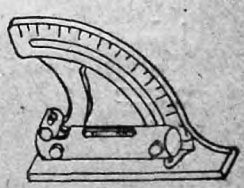
Фиг. 174. Фиг. 175.



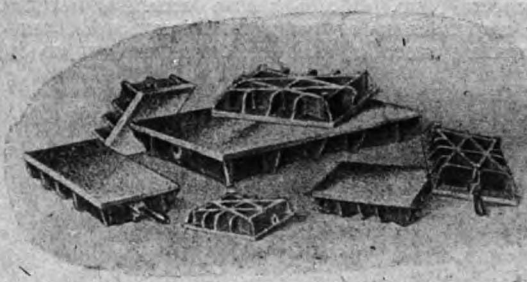
Фиг. 176.



Фиг. 177.



Фиг. 178.



Фиг. 179.

При сборке крупных горизонтальных машин иногда прибегают к проектированию при помощи отвеса на пол их главнейших осей. Пол, конечно, должен по своему качеству соответствовать требованиям, выставляемым этой методикой. На углах пересечения проекций осей в него вделывают металлические пластинки с рисками, обозначающими отрезки осей.

Вместо в а т е р п а с а обычно выгоднее применять поставленную на ребро линейку, на которую положен пузырьковый уровень.

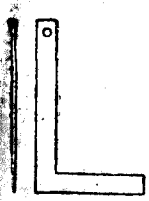
На фиг. 176 показан п у з ы р ь к о в ы й у р о в е н ь, имеющий в нижней плоскости выстроганный входящий двугранный угол, что позволяет удобное его использование не только на плоскостях, но и на валах для проверки их горизонтальности. Этот уровень, кроме основного пузырька в продольной трубке, имеет еще вспомогательный в поперечной трубке в целях возможной установки уровня против наивысшей образующей цилиндрической поверхности вала. Для той же цели удобен еще и круглый уровень с вырезанным в его основании входящим двугранным углом, при чем в данном случае для обоих установок используется его единственный пузырек (фиг. 36 и 37). Очень полезен на сборке машин также квадратный уровень (фиг. 177), который применяется для установки вертикальных плоскостей и валов. Наконец, уровень (фиг. 178) представляет род угломера и применяется для проверки наклонных плоскостей и валов.

Различные случаи применения уровней показаны на фиг. 18, 36, 41, 42 и 51.

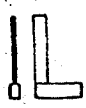
Уровни изготовляются весьма различной чувствительности. Применение слишком чувствительных уровней часто на практике оказывается нежелательным в виду того, что с ними работа протекает кропотливее. Простой уровень всегда следует при пользовании ставить последовательно в двух диаметрально противоположных направлениях и принимать к сведению средне-арифметический результат. Таким образом, исключается невыгодное влияние возможного недостаточно точного исполнения оправы самого уровня. При измерениях же, производимых по скольку-нибудь значительным по размеру плоскостям деталей,

можно посоветовать укладывать уровень не непосредственно на деталь, но на ребро линейки, положенной на деталь.

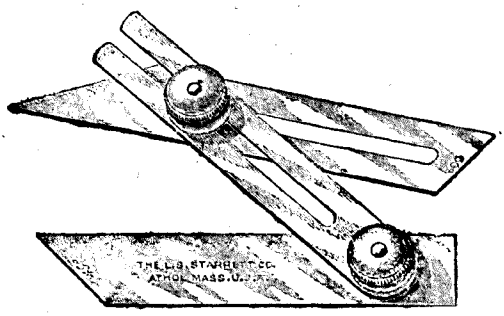
Сообщающиеся сосуды представляют два узких сосуда, соединенные шлангом, наполненным водой. В правильных условиях уровни воды в обоих сосудах должны быть на одной и той же высоте. Этот прибор, в сущности, представляет род уровня. При пользовании им следует обратить внимание, чтобы в воде соединяющего сосуды шланга не было пузырей воздуха, чтобы температура воды была равной и т. п. Общим недостатком этого прибора, как и всех подобных физических приборов, являются неудобства определения уровня воды вследствие образования мениска. Считают, что сообщающиеся сосуды дают приблизительно одну и ту же погрешность измерения, будут ли они поставлены рядом или раздельно, так что, повидимому, имеется выгода применить этот прибор только для сравнительно удаленных друг от друга частей машины.



Фиг. 180.

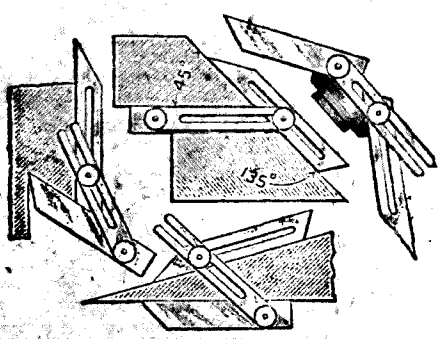


Фиг. 181.

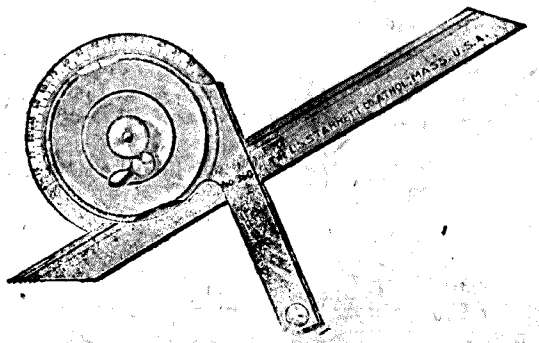


Фиг. 182.

Линейка является весьма нужным инструментом для сборки; как известно, она служит для проверки прямых линий и плоскостей. Линейки бывают весьма различных размеров; небольшие обычно делаются прямоугольного сечения, более же крупные, доходящие до нескольких метров в длину, делаются специального битаврового сечения при достаточной для жесткости высоте; для облегчения линейки часто делаются в ней круглые вырезы (фиг. 68). Большие линейки представляют значительную ценность и поэтому их стараются не повреждать. Периодически их следует проверять, для чего существуют различные способы, которых описывать мы не будем.



Фиг. 183.



Фиг. 184.

Приемы пользования большой линейкой выяснены при описании монтажа фундаментной рамы.

Контрольными плитками для проверки плоскостей называются металлические чугунные или стальные доски (фиг. 179) достаточно жесткого профиля и напр., следующих размеров их главной плоскости: 200 × 300, 300 × 450, 100 × 700 *мм* и пр.; у этих плиток выполняются точно плоскими одна или нередко и несколько сторон. Обычно в пользовании плитка намазывается краской, растворенной на машинном масле (в виде мази), а проверяемая плоскость изделия немного, двумя-тремя притирочными движениями, притирается к плитке (или также, наоборот, плитка к плоскости изделия). Далее, изделие обрабатывается пилой или шабром в местах получающихся знаков от краски и таким образом, при последовательных пригонках такого рода достигается требуемое правильное выравнивание данной плоскости изделия. В тексте книги мы описываем работу пригонки по плитке при описании монтажа цилиндров, а также при описании припиливания и пришабривания по краске в прочих местах изложения (см., напр., описание работы по содержанию фиг. 87).

Угольники делаются различных размеров и бывают двух типов (фиг. 180 и 181): они имеют обе планки одинаковой толщины, другие делаются с одной утолщенной для того чтобы угольник можно было удобно поставить на стол.

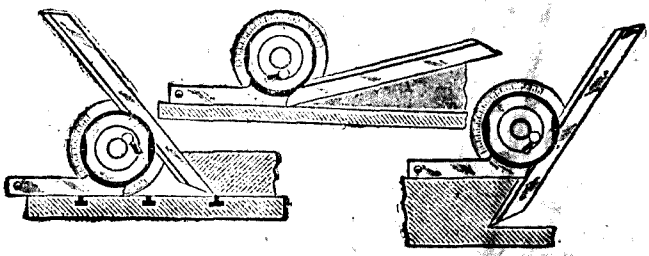
Способ поверки угольников общеизвестен.

Малка представляет угольник, допускающий установку плавок под любым углом.

Для более удобного определения углов имеют применение также угловые калибры. На фиг. 182 показан один из таких наборов. Способы его использования показаны на фиг. 183.

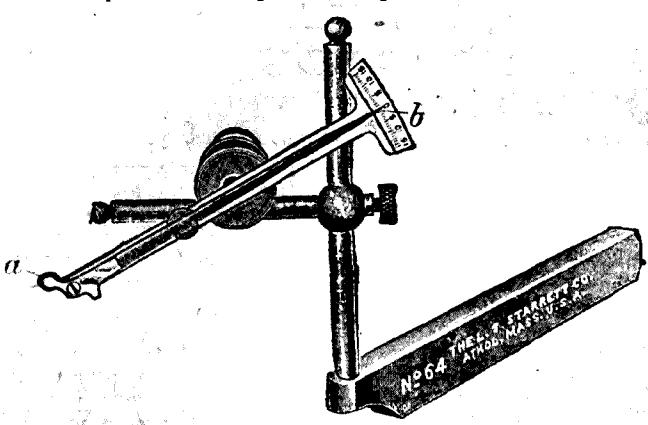
Наборы же подобного рода, но снабженные градусным диском или дугой называются, угломерами.

На фиг. 184 показан один из применяемых угломеров, а на фиг. 185 показаны способы его использования на практике.



Фиг. 185.

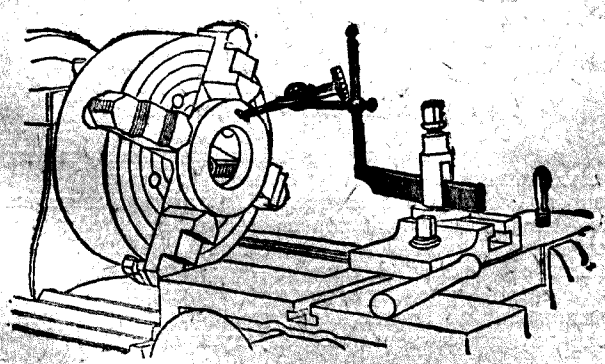
На фиг. 186 показан рычажный индикатор (универсальный), а на фиг. 187 его использование в применении на токарном станке. Закаленную пуговку *a* короткого плеча рычага доводят до соприкосновения (до упора) с поверхностью поворачиваемого изделия, при чем имеющаяся плоская пружинка поддерживает пуговку все время прижатой к изделию; другое плечо рычага, длинная указательная стрелка индикатора показывает на соответствующей дугообразной шкале циферблата в увеличенном масштабе все, даже малые, уклонения в изделии от правильной формы тела вращения. Отклонения плеч рычага этого индикатора бывает $^1/_{10} — ^1/_{20}$, что позволяет получать чувствительность в 0,05 *мм* и выше. Индикатор имеет в своем основании соответствующее приспособление для облегчения его установки и передвижки.



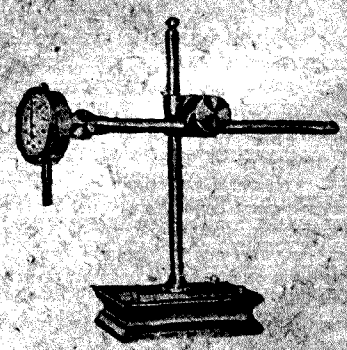
Фиг. 186.

На фиг. 188 показан более чувствительный индикатор с круглым циферблатом.

Щуп представляет очень тонкий клин из крепкой стали, приблизительно, 7 *мм* шириной, 100 *мм* длиной и применяется для прощупывания небольших зазоров. Имеются в продаже щупы в виде целого набора клиньев, различающихся толщиной и величиной своего острого угла (фиг. 189). Щупом пользуются, главным образом, во время пригонки фланцевых и прочих поверхностей. Его просовывают между составленными поверхностями и чем глубже удается ввести, тем, значит, хуже пригнано данное место и наоборот. Обмеряя в определенных местах щуп штангенциркулем, получают сведения о количественных отношениях. Сам во себе щуп



Фиг. 187.

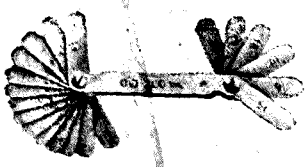


Фиг. 188.

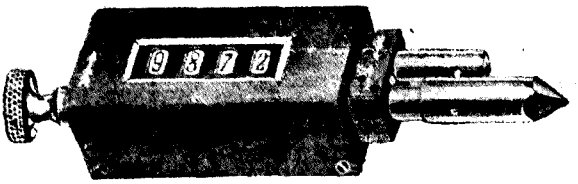
является не совсем достаточным средством для пригонки поверхностей и потому обычно применяется совместно со способом пригонки по краске, как вспомогательное средство. Более всего он пригоден для предварительного выяснения степени плотности прилегания фланцев. В этом отношении он весьма полезен.

В противоположность щупу, который применяется для плотных пригонок, свинцовая проволочка имеет применение, когда требуется выверить размер некоторого зазора; например, размер вредного пространства между головкой поршня и дном цилиндра компрессора, зазор между валом и вкладышами подшипников и т. п. Соответственно случаю берут различного диаметра свинцовые проволочки от 0,3 до 2 и более *мм* диаметром. Свинец проволочки легко расплющивается при нажатии и благодаря этому нетрудно по проволочке выяснить размер имеющегося зазора, измерив сплющенную проволочку штангенциркулем или микрометром.

Способ этот принципиально и практически очень хорош и имеет еще и то достоинство, что допускает произвести промер в закрытых местах в которые прямого доступа не имеется.



Фиг. 189.



Фиг. 190.

Что касается весов, то на сборке нужны, кроме десятичных и настольных, еще и весы пружинные, именно специальные подвесные динамометры, имеющие крюк сверху и снизу, — род большого безмена. Верхний крюк накидывают на крюк крана, а на нижний накидывают строп, которым захвачена деталь. Приподняв краном эти предметы, можно по показанию весов определить вес поднятой детали. Существуют весы этого рода, у которых на определенных картонных бланках, как в автоматических «кассах», пропечатывается вес детали, так что исключена возможность субъективных ошибок рабочего.

Фиг. 191.

Счетчик оборотов является прибором, указывающим на своем циферблате или численнике пройденное данным валом число оборотов.

Тахометр же является прибором, указывающим на своем циферблате или также численнике число оборотов проходимое валом в минуту, т.-е. его угловую скорость. Возможна конструкция совмещающая оба измерения — прибор, представляющий одновременно счетчик числа оборотов и тахометр.

Эти оба прибора в своем применении должны быть присоединены при помощи какой-либо передачи к вращающемуся валу, чтобы и их валик пришел во вращение. Лучше применять жесткую передачу, однако ради простоты установки нередко применяют передачу через шкивы ремнем. В ручных же и карманных образцах применяется игольчатое соединение с торцом вала (фиг. 190 и 191). Для получения показаний от такого рода прибора достаточно его гранёную иглу поставить с некоторым давлением на центр (приблизительно) торца вала. Этот способ присоединения прибора чрезвычайно удобен, ибо присоединение требует самой минимальной затраты времени.

Прибором для измерения температур воды, масла и пр. служит более или менее обычный стеклянный термометр, а прибором для измерения давлений воздуха и газов манометр.

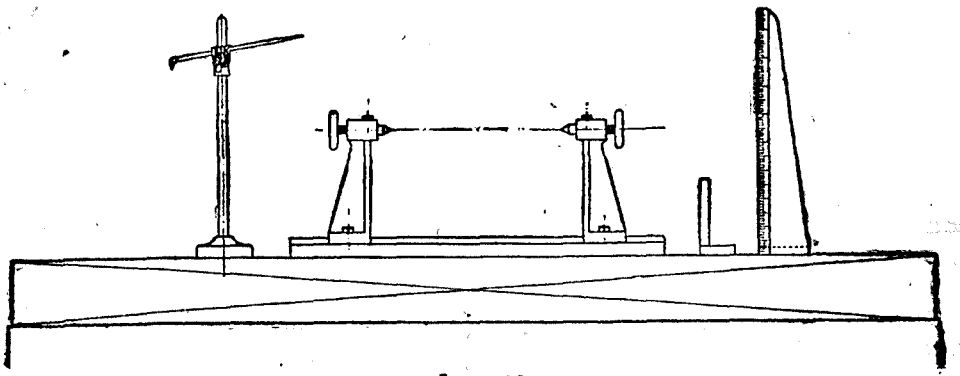
Для записи в определенном уменьшенном масштабе площадных диаграмм давлений и хода поршня применяется специальный прибор, называемый индикатором. Прибор этот хорошо известен из практики паровых машин. Индикатор ввинчивается в гнездо индикаторного отверстия, находящегося в верхней части цилиндра и в то же время присоединяется помощью нити при системе рычагов, тяг и блоков к поршню или крейцкопфу машины с соответствующим пропорциональным уменьшением хода поршня на диаграмме.

В этой главе нам удалось лишь вкратце описать особенности общих типов измерительных инструментов, приборов и приспособлений. Конечно, в хорошо поставленной сборочной применяется много и других интересных инструментов и приборов, еще более специальных в отношении их назначения. К таковым мы можем отнести специальные штихмасы — индикаторы, снабженные циферблатом и также микрометрические нутромеры для точного измерения в проверки диаметров цилиндров, на специальные приборы для измерения компрессии, далее, на приборы для определения качества нефтепродуктов и пр.

Разметочный стол.

Разметочный стол является непременной принадлежностью механических и сборочных мастерских. Он представляет массивную, чугунную плиту, установленную на надежном фундаменте (нередко бетонном или кирпичном). Верхняя плоскость разметочного стола тщательно прострогала и устанавливается строго горизонтально, при чем при надобности производят шабрение и шлифовку.

Это приспособление совместно с рисмусом, угольниками, центрами, универсальным индикатором и пр. является весьма действительным средством проверки размеров всевозможных изделий. На установленных на нем деталях является возможным проводить острием рисмуса определенные контуры (риски), расположенные строго в горизонтальной плоскости. По размеченному масштабному угольнику можно заключить о действительной высоте проводимой риски. Наконец, на центрах при помощи рисмуса или, лучше, индикатора проверяют тела вращения, при чем выясняется возможная ассиметрия их, вызванная неточностью исполнения.



Фиг. 192.

В оборудование разметочного стола входят еще многочисленные подкладки, уровня, электрическая лампа и т. д., а также обычно тали.

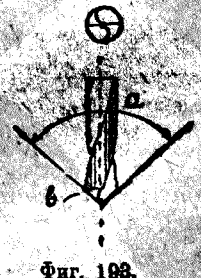
При разметке изделие предварительно белят мелом, разведенным на скипидаре, ибо по такой окраске риски яснее видны. По риске в некоторых местах для большей отчетливости выбивают керном точки.

На фиг. 192 показан разметочный стол с поставленными на нем центрами, угольниками и рисмусом.

Сверление. Разметка сверлений. Сверлильные машинки. Скоба и перо. Керны. Нормы диаметров сверлений на сборке.

В сборочной мастерской производится много сверлильных работ, при чем эти операции в сборочной ведутся сравнительно примитивно небольшими сверлильными машинками и, соответственно, далеко не достигают того совершенства, как в механической мастерской на больших сверлильных станках.

При сверлении применяют почти исключительно, так называемые, американские спиральные сверла, представляющие собой стержень с выфрезерованной двуходовой винтовой канавкой. Затачивание сверл следует стараться производить точно таким образом, как они заточены при своем изготовлении, а именно: угол a (фиг. 193) обычно делается приблизительно в 110°. Уменьшение его нежелательно в виду того, что вместе с тем увеличивается концевая кромка сверла, невыгодная для резания материала. Увеличение же его ведет также к нежелательному результату, а именно: уголки b заточенного сверла выходят слишком слабыми и легко выкрашиваются в работе. Стачивание материала при заточке лучше выполнить в виде округленных, приблизительно конических поверхностей, а не плоскостей, ибо в первом случае сверло выходит с более прочной режущей кромкой. Конечно, не ново сравнение сверла с резцом и, действительно, по существу ето сравнение верно. Следовательно, у сверла мы также можем различать угол резания, угол заострения, задний угол и т. п.[1] При заточке сверл мы, в сущности, можем прежде всего по желанию видоизменять задний угол. Его предпочтительно делать по возможности малым, ибо увеличение заднего угла ослабляет режущую кромку сверла, к тому же сверло с большим задним углом склонно въедаться в материал, — особенно при прохождении отверстий насквозь. Сравнительно большой задний угол можно допустить разве только для случая сверления машинкой при нажиме силой рабочего или при работе коловоротом для облегчения нужного и трудно достигаемого силой рабочего «въедания» сверла и материал. Для сверления по желтой меди задний угол делают по возможности меньше, ибо опасность въедания здесь особенно велика, к тому же сверление по хорошей меди идет вообще достаточно быстро.

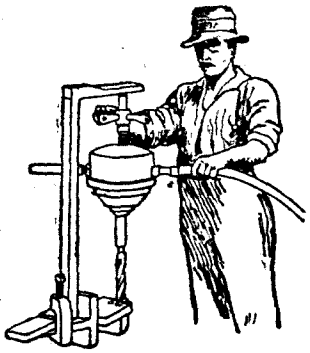


Фиг. 193.

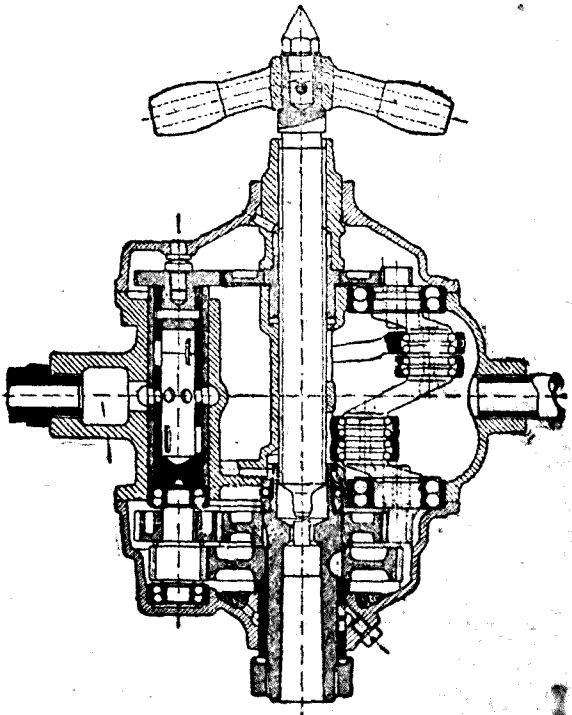
[1] См. Гаврилейко. Механическая технология металлов. Часть IV.

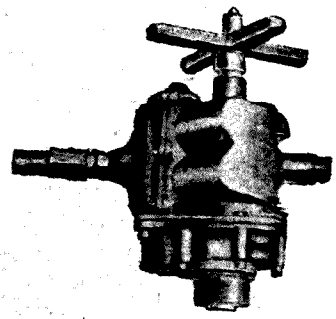
Заметим, что у резцов, наоборот, для работы по желтой меди и бронзе берут весьма большой задний угол. В объяснение кажущегося противоречия мы напомним, что резцы для меди имеют угол развития 90°, у сверла же угол резания острый. Вообще угол резания у сверла почти не поддается изменению путем заточки.

Сверла из углеродистой стали следует затачивать на обыкновенном точильном каменном круге, не забывая все время поддерживать охлаждение водой, самокальные же сверла затачивают на наждачном круге, не допуская, впрочем, накаливания докрасна. Наждачный круг работает в данном случае «всухую», поэтому для охлаждения прибегают к частому обмакиванию нагревающегося сверла в холодную воду.

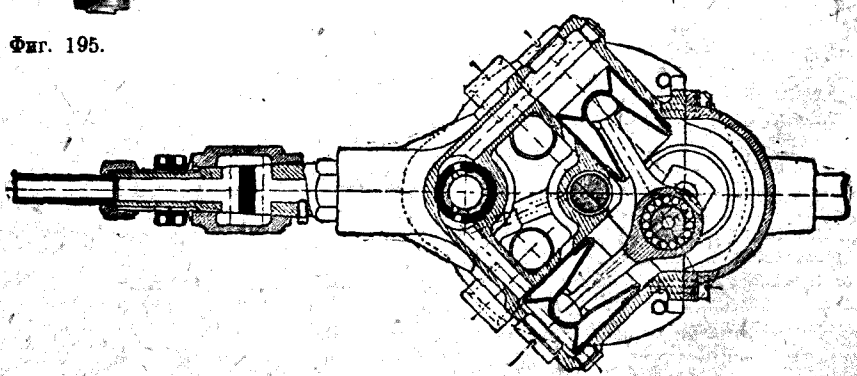


Фиг. 194.





Фиг. 195.

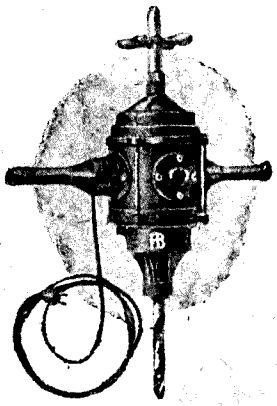


Фиг. 196.

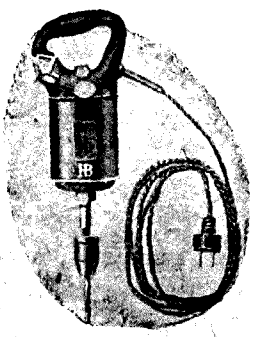
Крупные сверла лучше употреблять только из неотпускающейся стали, ибо углеродистые сверла большого размера при работе сверлильной машинкой легко могут быть отпущены. Доводить до сильного нагревания в работе самокальное сверло тоже нежелательно, ибо оно при нагревании тупится, хотя и не отпускается.

В сборочной обычно имеются небольшие сверлильные станки. Насколько это возможно пользуются ими; сверление на станках, конечно, идет успешнее, чем на всякого рода местных приспособлениях, при помощи ручных машинок, трещеток, дрелей и т. п.; однако, на станках можно сверлить дыры только у тех деталей, которые могут быть перенесены на них, т.-е. в условиях сборки по преимуществу у мелких частей машины.

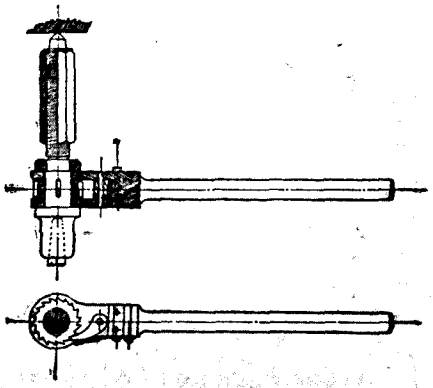
Деталь либо зажимают в тиски, имеющиеся при ставке, либо просто располагают на столике станка, подложив металлическую доску [1] и придерживая во время сверления рукой. Мелкие предметы удобно зажимать между плашками клуппа. Следует помнить, что в момент выхода сверла насквозь оно сильно «въедается» в предмет и, закручивая его, может само сломаться и повредить пальцы придерживающего. Средством отчасти избежать это неудобство может послужить применение металлических подкладок под предмет. Радикальное же решение заключается в механической подаче вполне закрепленного сверла, применяемой в более крупных и более ценных типах станков. В особо неблагоприятных условиях оказывается сверло в момент выхода, если поверхность выхода не перпендикулярна его оси. В таких случаях можно предложить иногда вовсе не оканчивать сверления насквозь, но лишь только вышел кончик сверла останавливать работу и потом подправлять отверстие подрубкой крейцмейсселем.



Фиг. 197.



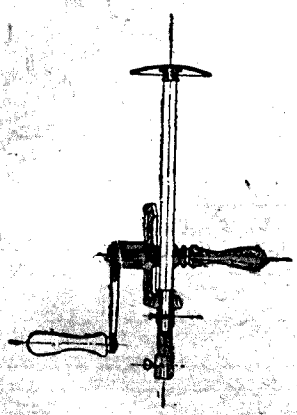
Фиг. 198.



Фиг. 199.

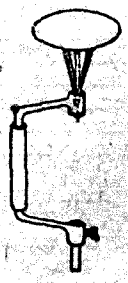
При производстве сверлений на крупных частях дизеля на сборке станком пользоваться нельзя, но приходится прибегнуть к сверлильной машинке; если же и ею воспользоваться нельзя, то — трещоткой и, наконец, в крайнем случае, дрелью, коловоротом и т. п.

На фиг. 194 приводится рисунок пневматической сверлильной машинки или, иначе,— «станка» в работе, на фиг. 195 — фотография и на фиг. 196 разрез пневматической четырехцилиндровой сверлильной машинки, на фиг. 197 и 198—фотографии двух электрических сверлильных машинок. На фиг. 199, 200, 201 и 202 показаны трещотка, ручная сверлильная машинка, дрель и коловорот. Пневматическая сверлильная машинка бывает приспособлена к работе, например, пятнатмосферным сжатым воздухом, подаваемым через каучуковый шланг. Крупные машинки несколько опасны в работе, ибо, если сверло «заест», то трудно удержать

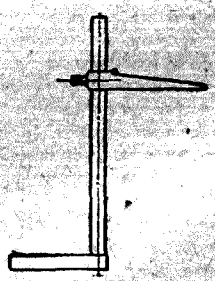


Фиг. 200.

Фиг. 201.



Фиг. 202.



Фиг. 203.

руками происходящее поворачивание самой машинки вследствие явления отдачи; в виду этого нужно быть особенно осторожным в момент выхода сверла насквозь: необходимо, в таком случае, сразу или даже заранее ослабить подачу воздуха и уменьшить нажим на сверло. Заметим, что имеется разница в результате в зависимости от того, где застопоривать воздух: у сверлильной машинки или на противоположном конце шланга. Положим, что в последнем случае машинка случайно приостановилась, в шланге накопится сжатый

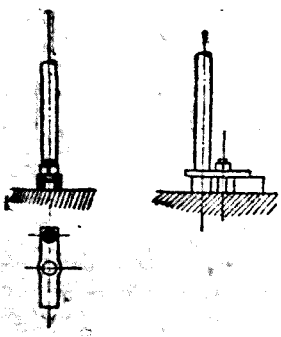
[1] Можно подложить и деревянную доску, но условия сверления при этом будут хуже.

воздух и машинка может сразу «рвануть», но, с другой стороны, торможение воздуха у самой машинки тоже является не совсем удобным, вследствие больших сотрясений ее в работе. Эти указания нужно иметь в виду главным образом при работе с большими машинками.

Невским машиностроительным заводом в Ленинграде по своей инициативе введены специальные предохранители от самопуска в ход пневматических сверлильных машинок, которые и поставлены на купленные от фирм сверлилки. Весь предохранитель имеет вид головки или наконечника и при работе абсолютно не мешает. В разработке конструкции обращено внимание на то, чтобы по возможности ни одной из составных частей существующей сверлилки не нужно было менять. Конструкция предохранителя такова, что он одновременно служит и соединительной муфтой, в которую вставляется ниппель шланга.

Трещотки представляют машинки, у которых вращение сверла осуществляется от руки колебательными движениями рукоятки. В принцип конструкции трещотки положена система храповика и собачки. Подача же сверла может регулироваться по желанию. Трещотки работают, вообще говоря, медленно и применяются там, где пневматическая или другая какая-либо скоро-работающая машинка не может уместиться; трещотка сравнительно очень компактна. В целях отчасти покрыть недостаток, заключающийся в медленном вращении сверла трещотки, стараются вести работу с большим нажимом пера (см. ниже), чтобы сверло сильно забирало материал, т.-е. с большой «подачей».

Дрель и коловорот применяются при работе вполне «вручную», при чем и вращение сверла и нажим осуществляются силой рабочего. О недостатках этих малосовершенных инструментов для данных целей мы распространяться не будем. «Вручную» сверлить весьма утомительно, — особенно невыгодно тратятся силы на необходимый нажим.



Фиг. 204.

Работа трещоткой всегда производится при помощи приспособления скобы и пера (фиг. 203). Точно так же почти всегда требуется постановка скобы с пером и для работы пневматической машинкой.

Скоба представляет собой железный, изогнутый под прямым углом брус. Она прикрепляется к просверливаемой детали при помощи струбцинки (фиг. 194), или какой либо захватки или, наконец, при помощи болта (фиг. 204). В последнем случае скоба на своем нижнем бруске должна иметь отверстие, в которое могут быть продеты болт или шпилька.

Перо представляет брусок, укрепляемый в желаемом месте свободного конца скобы.

Фиг. 205.

На фиг. 205 покаваны скоба и перо одной из германских фирм.

При работе с этими приспособлениями пневматическая машинка или трещотка упирается своим торцевым конусом в перо, при чем соответствующим подвинчиванием достигается нажим на сверло и его подача. Предпочитают пользоваться сравнительно крупными скобами и закрепляют их очень надежно, при этом выбирают такое положение, чтобы можно было просверлить как можно больше нужных отверстий, не прибегая к перестановке.

Укажем на случай, когда оказывается возможным обойтись без скобы и пера: это бывает тогда, когда машинку или трещотку оказывается возможным упереть в какую-либо стенку детали вместо пера.

Перед тем, как начать сверлить дыру, является необходимым разметить ее предварительно керном.

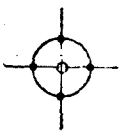
Керн представляет твердый стальной цилиндрик с заточенным на конус концом (фиг. 206). Конус его должен быть сильно закален, но никоим образом не должен закаливаться весь керн, ибо тогда под ударами ручника задний торец может крошиться, представляя опасность для глаз рабочего, вследствие отлетающих осколков. Лучше всего, если керн имеет длину около 130 *мм*; слишком короткий легко выпадает из рук в работе, слишком же длинный не дает достаточно резкого удара, ибо сталь несколько пружинит. Длинные керны применяют только в случае действительной необходимости, когда обыкновенным керном нельзя достать до нужного места.

Работа керном ведется следующим образом: в определенное место детали наставляют конус его, при чем следят за тем, чтобы ось керна была перпендикулярна к поверхности детали, а по противоположному торцу керна «сухо» (резко) ударяют ручником. Тогда на детали получится небольшая коническая насечка. Для разметки предпочитают делать очень маленькие насечки как наиболее точные, но для начала сверления следует выбить заметную коническую ямку. Во всяком случае, не сделав этой насечки, нельзя начинать сверления.

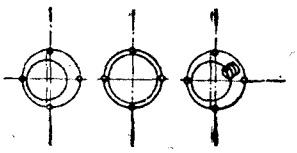
Более или менее основательная работа требует, кроме того, соблюдения еще следующего: в области предполагаемого сверления намеливают металл мелом, выравнивая крупинки мела при помощи растирания пальцами. [1] В том месте, где должна расположиться ось дыры, накернивают сперва небольшую метку. Затем, приняв метку за центр, нацарапывают обыкновенным слесарным циркулем окружность радиусом на $^1/_2$ — $1^1/_2$ *мм* больше радиуса предполагаемого отверстия, при этом, чтобы впоследствии не потерять из виду нацарапанную окружность, нужно выбить на ней керном четыре точки, расположенных одна против другой «крестом» (фиг. 207). Проведенная окружность имеет то значение, что по ней хорошо видно, правильно ли идет сверло или нет. После этого следует выбить поглубже центральную насечку, чтобы было удобнее начать сверлить. Само собой понятно, что в целях экономии времени и труда нужно сперва закончить разметку некоторой серии дыр и только тогда перейти к высверливанию их.

Самый процесс сверления в сборочной слагается из следующих операций (мы возьмем для конкретности определенный случай сверления пневматической машинкой): выполнив разметку по указанному, устанавливают вблизи будущего отверстия скобу, крепко закрепив ее струбцинкой. Затем, на скобе укрепляют на определенном месте перо, в соответствии с длиной машинки. Затем прокладывают шланг и устанавливают машинку, как показано на фиг. 194. Во время сверления постоянно следят при помощи промеров маленьким угольником за тем, чтобы сверло стояло правильно относительно поверхности просверливаемого предмета. Для полной проверки нужно приставить угольник по крайней мере с двух сторон, расположенных во взаимно перпендикулярных направлениях. Такая проверка во всяком случае обязательна для случая сверления дыр под крепительные шпильки, для менее точных сверлений можно не прибегать к угольнику, но устанавливать сверло на-глаз, например, ориентируясь до некоторой степени хотя бы по архитектурным линиям мастерской. Было бы желательно на сверлильной машинке иметь специальное приспособление для постоянного учета во время сверления прямоугольности положения сверла. Открыв кран машинки, начинают сверление и обязательно тотчас его прекращают лишь только сверло углубилось в материал на большую часть своего концевого конуса. Тогда, сняв сверло и машинку, рассматривают, насколько правильно началось сверление относительно нацарапанной циркулем и размеченной керном окружности. Почти всегда случается, что сверло начало сверлить не совсем правильно. Тогда выправляют крейцмейсселем образовавшийся из-под сверла входящий конус, при чем крейцмейсселем нужно вырубить с некоторым избытком; конус начала сверления при этом в лучшем случае сделается как раз центральным относительно разметочного круга. Тот же результат получается, если пройти крейцмейсселем только по образующей конуса (фиг. 208). Далее снова начинают сверление и опять вскоре его прерывают для осмотра, правильно ли идет сверло; если правильно, то сверление ведут дальше, если неправильно, то, разумеется, вторично прибегают к крейцмейсселю. В течение дальнейшего просверливании точно также неоднократно приостанавливают машинку для проверки положения сверла но угольнику, при этом заодно очищают просверливаемое место от избытка стружек, мешающих видеть работу.

Фиг. 206.



Фиг. 207.



Фиг. 208.

Если сверление ведется не насквозь, то периодически измеряют глубину получающегося отверстия, или, что проще, отмечают в определенном месте сверло мелом или краской, чтобы было видно, когда оно достаточно углубится.

Работа сверления машинкой идет настолько успешно, что иногда в условиях сборки даже бывает выгоднее работать несколько затупившимся сверлом, чем прерывать работу и тратить время на частое затачивание. Но в этом отношении, конечно, нужно быть осмотрительным: затупившееся сверло легко разогревается и, если дело дойдет до того, что боковые кромки сверла будут легче подаваться в материал, чем сама режущая грань, то сверло будет только разворачивать и, сколько бы мы ни нажимали на него, дыра как следует просверлена не будет.

При сверлении «под резьбу» следует подбирать размер сверла согласно имеющейся таблицы, чтобы получилась возможность сделать нарезку (см. ниже). На крайний случай, если приходится за неимением подходящего размера сверла отступить от указаний таблицы, то лучше взять сверло побольше диаметром, что облегчает нарезание, незначительно только ухудшая качество ниток нарезки, слишком же малую дыру весьма затруднительно нарезать метчиком.

---

[1] В случаях организации систематической разметки, как это бывает в механической мастерской, прибегают к намазыванию скоро высыхающим раствором мела на скипидаре.

Диаметры спиральных сверл.

Сверление на проход.

Сверление отверстий под: болты, шпильки, винты для дерева, винты для металла, диаметром		заклепки, диаметром	шплинты диаметром	Диаметры сверл в мм) при точной сборке	средней сборке	Сверление отверстий под: болты, шпильки винты для дерева, винты для металла, диаметром		заклепки, диаметром	шплинты диаметром	Диаметры сверл (мм) при точной сборке	средней сборке	грубой сборке
дюймы	миллиметры					дюймы	миллиметры					
—	—	—	0,8	1		—	—	8	—		8,5	
—	1	—	—	1,2	1,5	3/8	—	—	—	10	10,5	11
—	1,2	—	—	1,4	1,7	—	—	9,5	9,5		10	
—	—	—	1,3	1,5		—	10	—	—	10,5	11	12
—	1,4	—	—	1,6	2	—	—	11,5	11,5		12	
—	1,7	—	—	1,9	2,2	—	12	—	—	12,5	13	14
—	—	—	1,8	2		1/2	—	13,5	—	13,5	14	15
—	2	—	—	2,2	2,5	—	—	—	—		14	
—	—	2	—	2,3		—	14	—	—	14,5	15	16
—	—	—	2,2	2,5		5/8	16	16,5	—	16,5	17	18
—	2,3	—	—	2,6	3	—	—	—	—		17	
—	—	2,3	—	2,6		—	18	—	—	19	20	21
—	2,6	—	—	2,8	3,2	—	—	19	—		20	
—	—	2,6	—	3		3/4	—	—	—	20	21	22
—	—	—	2,7	3		—	20	—	—	21	22	23
—	3	—	—	3,2	3,6	7/8	22	—	—	23	24	25
—	—	3	—	3,3		—	—	22	—		23	
—	3,5	—	—	3,8	4,2	—	24	—	—	25	26	27
—	—	3,5	—	3,8		—	—	25	—		26	
—	—	—	3,6	4		1	—	—	—	27	28	29
—	4	—	—	4,3	4,8	—	27	—	—	28	29	30
—	—	4	—	4,3		—	—	28	—		29	
—	4,5	—	—	4,8	5,3	1 1/8	—	—	—	30	31	33
—	—	4,5	—	5		—	30	—	—	31	32	34
—	—	—	4,6	5		—	—	31	—		32	
—	5	—	—	5,5	6	1 1/4	—	—	—	33	35	37
—	—	5	—	5,5		—	—	34	—		35	
—	—	—	5,6	6		—	36	—	—	38	39	41
—	6	—	—	6,5	7	—	—	37	—		38	
—	—	6	—	6,5		1 1/2	—	—	—	40	42	44
1/4	—	—	—	7	8	—	42	—	—	44	46	48
—	7	—	—	7,5	8	1 3/4	—	—	—	46	48	50
—	—	7	—	7,5		—	48	—	—	50	52	54
—	—	—	7,5	8		2	—	—	—	53	55	57
5/16	8	—	—	8,5	9	—	—	—	—	—	—	—

Диаметры спиральных сверл.

Сверление под развертку.

Диаметры (в *мм*)		Диаметры (в *мм*)		Диаметры (в *мм*)		Диаметры (в *мм*)	
отверстий „из-под развертки"	сверл	отверстий „из-под развертки"	сверл	отверстий „из-под развертки"	сверл	отверстий „из-под развертки"	сверл
3	2,9	12	11,7	23	22,6	36	35,5
3,5	3,4	13	12,7	24	23,6	38	37,5
4	3,9	14	13,7	25	24,6	40	39,5
4,5	4,4	15	14,7	26	25,6	42	41,5
5	4,9	16	15,7	27	26,6	44	43,5
6	5,8	17	16,7	28	27,5	45	44,5
7	6,8	18	17,6	30	29,5	46	45,5
8	7,8	19	18,6	32	31,5	48	47,5
9	8,8	20	19,6	33	32,5	50	49,5
10	9,7	21	20,6	34	33,5	—	—
11	10,7	22	21,6	35	34,5	—	—

Диаметры спиральных сверл.

Сверление под резьбу метрическую.

Диаметры (в *мм*)		
резьбы	сверл при притуплении	
	25 — 20%	15 — 10%
1	0,75	—
1,2	0,95	—
1,4	1,1	—
1,7	1,3	—
2	1,6	—
2,3	1,9	—
2,6	2,1	—
3	2,5	—
(3,5)	3	—
4	3,3	—
5	4,1	—
6	4,9	4,8
8	6,7	6,5

Диаметры (в *мм*)		
резьбы	сверл при притуплении	
	25 — 20%	15 — 10%
10	8,4	8,2
12	10,2	9,9
14	11,9	11,6
16	13,9	13,6
18	15,4	15
20	17,4	17
22	19,4	19
24	20,8	23,4
27	23,8	20,4
30	26,3	25,8
36	31,7	31
42	37,2	36,5
48	42,2	41,5

Часто случается при сборке машин, что сверлить дыру приходится вдоль границы двух разнородных материалов, например, хотя бы вдоль плоскости соприкосновения двух чугуиов (чугуны всегда неодинаковы). Подобные случаи мы имеем при постановке направляющих шпилек с нарезкой и некоторых стопорных винтиков. Для высверливания правильной дыры вдоль этой границы сперва выравнивают ее зубилом, чтобы один предмет не выдавался над другим; после этого намеливают и намечают место сверления керном, при чем уже заметно, что керн подается в сторону более мягкого материала. Сверло точно так же пойдет в сторону мягкого чугуна, при чем развернет дыру. То же, но в меньшей степени, произойдет и с метчиком. Это неблагоприятное явление можно значительно и достаточно умерить, если сперва просверлить дыру сверлом небольшого диаметра, а уже потом пройти надлежащим сверлом. Второе сверло пойдет за первым без больших отклонений, первое же, конечно, отклонится в сторону мягкого материала, но все-таки, практически, не более чем на $^1/_4$ своего диаметра, что может составлять, примерно, $^1/_{10}$ и менее от диаметра второго сверла.

Остается еще упомянуть об одном специальном случае применения сверл, а именно: сверлами иногда пользуются для зенкования, что по существу, конечно, неправильно. Зенкованием называется выработка входящего конуса. Для этой работы необходимо заточить сверло с возможно меньшим задним углом, а иногда даже намеренно допустить в работу просто сверло туповатое. Заметим, что, если не принять этих мер, то сверло может задребезжать и получится, вместо конической, пирамидальная поверхность высверливания.

Сверление желтой меди, бронзы и чугуна на сборке производится всегда без масла; иногда для чугуна прибегают к поливке керосином, что, впрочем, приносит мало пользы. Железо и сталь сверлят непременно со смазкой маслом, мыльной водой или эмульсией масла в воде, ибо иначе сверло быстро разогревается и заедает. Из масел наилучший результат дает льняное вареное, но можно также применять и машинное.

Вареное масло непосредственно после окончания работы следует стереть с предмета тряпкой, ибо в противном случае, присохнув, оно может потребовать впоследствии гораздо более длительной работы соскабливания.

В заключение, переходя к вопросу о нормалях сверлений, отмечаем, что шкала нормальных диаметров спиральных сверл значительно отличается от шкалы нормальных диаметров отверстий и валов, имея разницу от последней как в границах диапазона, так и в промежутках. На промежутке от 0,3 *мм* до 30 *мм* нормали предусматривают около 120 различных диаметров сверл (список нормальных сверл мы не приводим). В приводимых же выписках из таблиц общесоюзного стандарта ОСТ мы даем сведение о нормальном выборе сверл в зависимости от заданий работы, что необходимо знать сборщику.

Диаметры спиральных сверл.

Сверление под резьбу Витворта.

Диаметры		
резьбы	сверл при притуплении	
	25 — 20%	15 — 10%
дюймы	миллиметры	
1/4	5,1	5
5/16	6,5	6,4
3/8	8	7,8
1/2	10,5	10,3
5/8	13,5	13,3
3/4	16,5	16,2
7/8	19,5	19
1	22,2	21,8
1 1/8	25	24,5
1 1/4	28	27,5
1 1/2	33,8	33,3
1 3/4	39,2	38,5
2	45	44,2

Диаметры спиральных сверл.

Сверление под резьбу трубную.

Диаметры		
резьбы	сверл при притуплении	
	25 — 20%	15 — 10%
дюймы	миллиметры	
1/4	11,9	11,7
3/8	15,4	15,2
1/2	19	18,8
3/4	24,5	24,3
1	30,7	30,5
1 1/4	39,4	39,2
1 1/2	45,2	45

Развертывание. Зенкование. Фрезеровочный валик.

Нередко требуется просверленные отверстия развернуть, т.-е. немного увеличить в диаметре. Для этого в сборочной мастерской применяются ручные развертки. Иногда на первом плане стоит именно увеличение диаметра дыры, иногда же преследуется не столько увеличение, сколько осуществление точного диаметра по калибру и полировки. Соответственно этому развертки для цилиндрических дыр бывают типа фиг. 209 собственно для увеличения диаметра отверстий и типа фиг. 210 и 211 для его уточнения при небольшом увеличении. Наконец, для выработки конических дыр под шпильки обычно применяются пятигранные конические развертки типа фиг. 159.

Развертки (фиг. 209) благодаря мелкой нарезке на своем конце обладают свойством сами собой затягиваться при поворачивании в отверстии: [1] ими можно развернуть дыру на величину 1/2 — 1 *мм* за один проход. [2] Отверстие при этом в качественном отношении

[1] Впрочем, затягивание имеет место только до тех пор, пока нарезка не пройдет насквозь; далее, требуется известный нажим, чтобы развертка подавалась еще вперед. Нарезка развертки этой конструкции перестает затягивать обычно даже не достигнув выхода насквозь, ибо в последний момент нарезка всегда срывается.

[2] Если требуется развернуть особенно сильно, то можно либо прибегнуть к последовательному разворачиванию развертками все большего и большего диаметра, либо еще проще, — воспользоваться прямо сверлом определенного требуемого диаметра.

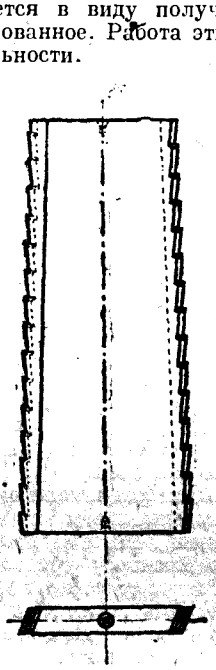
получается незначительно лучше, чем из-под сверла. Со стороны выхода развертки обычно образуется каемка вследствие влияния факторов, упомянутых в подстрочной выноске. В большинстве случаев применение этих разверток вызвано теми или иными допущенными ошибками: либо просверленные дыры оказались слишком малы, либо неточно расположены и, таким образом, явилась необходимость переместить их в ту или иную сторону. В последнем случае приходится сперва пропилить дыру круглым напильником или подрубить с одной стороны крейцмейсселем, о чем см. ниже, а для выравнивания пройти разверткой соответственного размера типа фиг. 209. Развертки описанного типа применимы главным образом для разворачивания сквозных дыр.

Развертки (фиг. 210) представляют длинный цилиндрический фрезер, имеющий немного уменьшенный диаметр конца для облегчения начала прохождения дыры. Этими развертками допускается увеличение диаметра дыры лишь не более, как 0,1 — 0,3 *мм* за один проход. Они применяются для точного развертывания втулок и мелких подшипников, при чем имеется в виду получить отверстие с точным диаметром и полированное. Работа этими развертками требует известной старательности.

На фиг. 211 показана конструкция аналогичной цилиндрической развертки, имеющей вставные зубья.

При разворачивании точными развертками никоим образом нельзя допускать легко возникающего дре-

Фиг. 209. Фиг. 210. Фиг. 211. Фиг. 212.



Фиг. 213.

Фиг. 214.

бежания. Дребезжание обычно возникает в начале работы и ведет к образованию граненого отверстия. Во избежание этого нужно направлять развертку по возможности правильно, держать ее за хомут крепко и вообще не следует проявлять особой торопливости в этой серьезной работе. Понятно, что всегда следует проходить втулку в одном только направлении, но нельзя, например, допустить, чтобы часть втулки была пройдена с одного конца, а другая часть с противоположного.

Бронзу и чугун развертывают без масла, железо и сталь на масле.

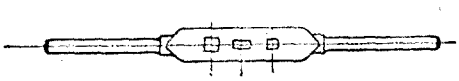
Развертки конические (почти всегда пятигранные) применяются для выработки отверстия под коническую шпильку (фиг. 212). На эти развертки нельзя сильно нажимать, ибо они легко заедают и ломаются. С другой стороны, нельзя не признать, что работа с имеющимися тупыми углами резания идет слишком медленно тем более, что требуется цилиндрическое просверленное отверстие превратить в коническое отверстие и, следовательно, снять изрядное количество материала.

За последнее время заводом «Динамо» в Москве, для развертывания конических отверстий и чугуне, стали с успехом применяться весьма простые плоские развертки. На фиг. 213 изображена черновая развертка, изготовленная ступенчатой для облегчения резания, а фиг. 214 — чистовая развертка. Такого рода плоские развертки весьма просты в изготовлении и требуют меньше материала на свое изготовление, чем обычные конусные.

Развертками в сборочной работают «от руки», накинув ворот (фиг. 215 и 216) на квадрат развертки, при чем следует по возможности прибегать к двустороннему (двуручному) вороту. В случае же необходимости работают и односторонним, при чем нужно стараться видоизменять положение ворота так, чтобы разворачивание проходило правильно.

Зенковкой называют конический фрезер (фиг. 217). Зенкование применяется для выработки конуса в устьи дыры; оно производится при помощи зенковки и коловорота. Коническая выработка краев дыры требуется главным образом для постановки шурупов

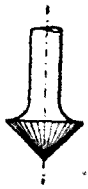
с конической головкой (впрочем, незначительное зенкование необходимо также и под шурупы с плоской головкой, ибо этим достигается правильное лежание последней на месте с учетом округления у головы шурупа.



Фиг. 215.

Фиг. 216.

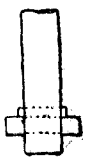
Фрезеровочный валик представляет собою некоторый валик, использованный, как ось (полоса), в котором продета и закреплена закаленная и заточенная пластинка-резец (фиг. 218). Фрезеровочные валики применяются для выработки средствами сборочной мастерской площадок под головки болтов и гаек.



Фиг. 217.

Одним концом валик вставляют в просверленное отверстие таким образом, чтобы режущая пластинка при поворачивании валика и известном нажиме могла выфрезеровывать (выскабливать) необходимую площадку. [1] Нажим и вращение осуществляют при помощи системы трещотки, скобы и пера. В целях чистоты работы стружку приходится брать довольно тонкую, тем более, что все равно обычно эта работа проходит достаточно успешно, не отнимая много времени.

Вместо описанного фрезеровочного валика, можно применить более совершенный инструмент, — специальный торцевой фрезер, однако в таком случае требуется несколько больший нажим.



Фиг. 218.

Резьбы. Производство нарезок. Вороты метчиков и разверток.

В русской практике чаще всего встречаются следующие три шкалы резьб: 1) механическая по Витворту, 2) машинная (более мелкая), 3) газовая, в стандартах, именуемая трубной, при чем все три имеют 55° профиль ниток по Витворту. Кроме того, получила некоторое распространение резьба Левенгерца.

За последнее время в порядке рационализации в СССР введена метрическая стандартная резьба с 60° профилем, разделяющаяся на резьбу основную, 1-ю мелкую и 2-ю мелкую, а также стандартизированы дюймовая резьба по Витворту (механическая) и резьба трубная с профилем ниток по Витворту (газовая).

В приведенных ниже таблицах (упрощенных применительно к запросам сборки машин мы даем справку об этих стандартных резьбах Общесоюзного Стандарта ОСТ.

Обычно внешний диаметр внешней нарезки или вполне отвечает поминальному диаметру, или отличается от него на небольшую величину так называемого «зазора» в сторону уменьшения в диаметре. Исключением из этого правила является трубная дюймовая резьба. Эта последняя резьба для некоторого определенного выраженного в дюймовой мере поминального диаметра представляет резьбу с профилем Витворта, но со значительным (примерно от 6,5 *мм* до 17 *мм*) превышением внешнего диаметра против номинального, отвечая необходимой внешней резьбе на газовой трубе, внутренний диаметр которой равен поминальному диаметру резьбы (при этом не во всех системах точно); так, например, 1'' трубной нарезкой является нарезка с внешним диаметром 33,25 *мм* (но не 25,4 *мм*).

Особую группу составляют резьбы, имеющие следующие специальные профиля: квадратный, прямоугольный, трапецеидальный, упорный (пилообразный, круглый и т. п.). Эти специальные резьбы в сборочной мастерской выполнять никогда не приходится, ибо изготовление их ложится всецело на механические мастерские.

Во всех резьбах нормально предполагается правый винтовой ход нитки. Для специальных же целей, впрочем, имеет применение и левый. Точно также иногда применяется и ненормальный шаг резьбы.

Как правило техника не делает отличия для шага резьб (количество ниток на погонную длину) применительно к гайкам с одной стороны и болтам, шпилькам, нитам с другой. Однако следует обратить внимание на то обстоятельство, что гайки при закреплении сжимаются, а болты и проч. растягиваются. Таким образом, если мы хотим, чтобы по закреплении напряжение на нитках их нарезки было более или менее одинаковым, мы должны при изготовлении иметь некоторую разницу в шаге ниток. В дизелестроении оказалось целесообразным означенные соображения частично провести в практику, а именно: некоторые фирмы, руководствуясь редко встречающимися случаями обрыва болтов шурупов, нашли нужным прибегнуть к указанному целесообразному небольшому рассогласованию при изготовлении шагов резьб гаек и болтов шатунов. Действительно, по имеющимся сведениям, после этого нововведения количество случаев обрывов болтов шурупов значительно уменьшилось. В общий стандарт указанный вариант резьб, впрочем еще не вошел.

[1] Если нужно выфрезеровать площадку у дыры с нарезкой, то фрезерование производят до нарезания.

Резьба метрическая

основная крепежная, 1-я мелкая и 2-я мелкая.

мм

Диаметр d_0	Шаги. Резьба метрическая			Диаметр d_0	Шаги. Резьба метрическая		
	основная крепежная	1-я мелкая	2-я мелкая		основная крепежная	1-я мелкая	2-я мелкая
1	0,25	0,2	—	165	6	4	3
1,2	0,25	0,2	—	170	6	4	3
1,4	0,3	0,2	—	175	6	4	3
1,7	0,35	0,2	—	180	6	4	3
2	0,4	0,25	—	185	6	4	3
2,3	0,4	0,25	—	190	6	4	3
2,6	0,45	0,35	—	195	6	4	3
3	0,5	0,35	—	200	6	4	3
3,5	0,6*	0,35	—	205	6	4	3
4	0,7	0,5	—	210	6	4	3
4,5	—	0,5*	—	215	6	4	3
5	0,8	0,5	—	220	6	4	3
5,5	—	0,5*	—	225	6	4	3
6	1	0,75	—	230	6	4	3
7	1*	0,75*	—	235	6	4	3
8	1,25	1	—	240	6	4	3
9	1,25*	1*	—	245	6	4	3
10	1,5	1	—	250	6	4	3
11	1,5*	1*	—	255	6	4	3
12	1,75	1,25	—	260	6	4	3
14	2	1,5	—	265	6	4	3
16	2	1,5	—	270	6	4	3
18	2,5	1,5	—	275	6	4	3
20	2,5	1,5	—	280	6	4	3
22	2,5	1,5	—	285	6	4	3
24	3	2	1,5	290	6	4	3
27	3	2	1,5	295	6	4	3
30	3,5	2	1,5	300	6	4	3
33	3,5*	2	1,5	310	6	4	—
36	4	3	2	320	6	4	—
39	4*	3	2	330	6	4	—
42	4,5	3	2	340	6	4	—
45	4,5*	3	2	350	6	4	—
48	5	3	2	360	6	4	—
52	5*	3	2	370	6	4	—
56	5,5	4	3	380	6	4	—
60	5,5*	4	3	390	6	4	—
64	6	4	3	400	6	4	—
68	6*	4	3	410	6	—	—
72	6	4	3	420	6	—	—
76	6	4	3	430	6	—	—
80	6	4	3	440	6	—	—
85	6	4	3	450	6	—	—
90	6	4	3	460	6	—	—
95	6	4	3	470	6	—	—
100	6	4	3	480	6	—	—
105	6	4	3	490	6	—	—
110	6	4	3	500	6	—	—
115	6	4	3	510	6	—	—
120	6	4	3	520	6	—	—
125	6	4	3	530	6	—	—
130	6	4	3	540	6	—	—
135	6	4	3	550	6	—	—
140	6	4	3	560	6	—	—
145	6	4	3	570	6	—	—
150	6	4	3	580	6	—	—
155	6	4	3	590	6	—	—
160	6	4	3	600	6	—	—

Дюймовая резьба

по сист. Витворта.

Номинальный диаметр резьбы (дюймы)	Шаг резьбы мм	Число ниток на 1″
	s	n
$^3/_{16}$	1,058	24
$^1/_4$	1,270	20
$^5/_{16}$	1,411	18
$^3/_8$	1,588	16
($^7/_{16}$)	1,814	14
$^1/_2$	2,117	12
($^9/_{16}$)	2,117	12
$^5/_8$	2,309	11
$^3/_4$	2,540	10
$^7/_8$	2,822	9
1	3,175	8
$1^1/_8$	3,629	7
$1^1/_4$	3,629	7
($1^3/_8$)	4,233	6
$1^1/_2$	4,233	6
($1^5/_8$)	5,080	5
$1^3/_4$	5,080	5
($1^7/_8$)	5,644	$4^1/_2$
2	5,644	$4^1/_2$
$2^1/_4$	6,350	4
$2^1/_2$	6,350	4
$2^3/_4$	7,257	$3^1/_2$
3	7,257	$3^1/_2$
$3^1/_4$	7,815	$3^1/_4$
$3^1/_2$	7,815	$3^1/_4$
$3^3/_4$	8,467	3
4	8,467	3

Резьба трубная

цилиндрическая.

Обозначение резьбы	Диаметр резьбы	Шаг резьбы	Число ниток
	Наружный		на 1″
дюймы	d мм	s мм	n
($^1/_8$)	9,729	0,907	28
$^1/_4$	13,158	1,337	19
$^3/_8$	16,663	1,337	19
$^1/_2$	20,956	1,814	14
($^5/_8$)	22,912	1,814	14
$^3/_4$	20,442	1,814	14
($^7/_8$)	30,202	1,814	14
1	33,250	2,309	11
($1^1/_8$)	37,898	2,309	11
$1^1/_4$	41,912	2,309	11
($1^3/_8$)	44,325	2,309	11
$1^1/_2$	47,805	2,309	11
$1^3/_4$	53,748	2,309	11
2	59,616	2,309	11
($2^1/_4$)	65,712	2,309	11
$2^1/_2$	75,187	2,309	11
($2^3/_4$)	81,537	2,309	11
3	87,887	2,309	11
($3^1/_4$)	93,984	2,309	11
$3^1/_2$	100,334	2,309	11
($3^3/_4$)	106,684	2,309	11
4	113,034	2,309	11
$4^1/_2$	125,735	2,309	11
5	138,435	2,309	11
$5^1/_2$	151,136	2,309	11
6	163,836	2,309	11
7	189,237	2,540	10
8	214,638	2,540	10
9	240,039	2,540	10
10	265,440	2,540	10
11	290,841	3,175	8
12	316,242	3,175	8
13	347,485	3,175	8
14	372,886	3,175	8
15	398,287	3,175	8
16	423,688	3,175	8
17	449,089	3,175	8
18	474,490	3,175	8

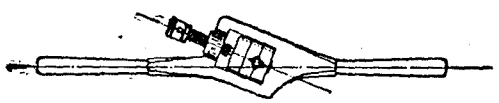
Лучшая нарезка выполняется на токарном, фрезерном или также револьверном станках резцами и гребенками; менее точная производится на болторезных, также токарных, фрезерных, револьверных, сверлильных и пр. при помощи метчиков и плашек; самая неточная резьба делается «от руки» при помощи плашек, зажатых в клупп для внешней нарезки, и метчиков, поворачиваемых воротами, — для внутренней. В сборочной мастерской практикуется исключительно нарезание «вручную». Самая неблагоприятная ив нарезок в работе— ото механическая дюймовая резьба по Витворту, ибо нитки ее сравнительно крупны н профиль их более крутой.

Нарезание по бронзе и чугуну может производиться без масла, хотя в данном случае масло не вредит делу и даже немного облегчает работу, но для железа и стали обильное применение масла является обязательным, иначе нарезка выходит рваная. Заметим, что при парезанни железа и стали, более мягкие сорта их нарезаются несколько менее удобно, чем жесткие. Вареное льняное масло дает для нарезания лучшие результаты, чем машинное, при чем однако, не следует забывать, что вареное масло застывает в течение немногих дней, становясь почти твердым; таким образом непосредственно после производства нарезания нужно очистить нарезку от него, если только не предусматривается немедленная постановка частей на сурик.

Главную часть работы по нарезанию внешней резьбы в сборочной представляет нарезание труб. Для этого накладывают на конец трубы клупп, представляющий большой двусторонний ворот со вставленными в середине винтообразными гребенчатыми плашками

(фиг. 219), при чем последние облегают трубу и могут быть поджимаемы к ней соответствующим шурупом. Вращая клупп за его рукоятки, мы будем нарезать гребенками плашек винтовую канавку. Практика доказала, что поворачивать клупп нужно толчками, подавая его в сторону резания вперед, а после каждого такого толчка отводить несколько назад, при чем нужно следить за тем, чтобы клупп шел правильно без перекоса. Оказывается, что подавание толчками понижает вероятность срывания нарезки. Практикуют подтягивание плашек только перед прохождением нарезаемого места вперед, назад же во избежание срывания ниток нарезки проходят свободно, при чем в начале работы, пока нитки еще не выработались, поджимание производят осторожно, на небольшую величину, к концу же работы допускают и более сильное поджимание. Считают нормальным поджимать плашки настолько, чтобы нарезка была сделана не менее, как в четыре прохождения клуппа, принимая в счет только прохождение его вперед.

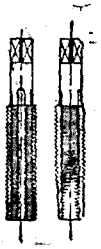
При однообразной работе нарезания многих одинаковых труб следует заметить себе, при каком положении подтягивающего шурупа клуппа заканчивается нарезание. Однако, для более точной эталонизации нарезки лучше последнее прохождение производить цельной (не составной) плашкой, которая иногда по своей конструкции имеет шесть граней, совершенно подобно гайке, и, таким образом, ее можно поворачивать при помощи обыкновенного гаечного ключа.



Фиг. 219.

Нередко трубы нарезаются «конической» нарезкой. «Коническая» нарезка предназначена для тугого ввинчивания и выполняется таким образом, что с конца трубы нарезка получается приблизительно нормальной, а дальше нитки оставляются все менее и менее выработанными. Это достигается соответствующим отпусканием подтягивающего шурупа плашек. Наименование — «коническая резьба» в данном случае несколько условно.

Упомянем еще, наконец, об американском газовом клуппе «дуплекс», который, кроме гребенок, имеет еще специальные направляющие лерки (пальцы). К сожалению, приходится отметить, что как бы хорошо ни была сделана нарезка на газовой трубе, последняя все же будет косить на муфтах, тройниках и т. п., вследствие обычных неточностей фабричной выработки этих деталей.



Фиг. 220.

Во избежание обминания нарезаемую трубу желательно зажимать в специальный станок, но не в тиски.

Для осуществления внешних нарезок малого диаметра применяют, вместо плашек и клуппов, винтовальные доски, которые в условиях сборки машин главным образом применяются для исправления нарезок небольших болтов и винтов, ибо изготовление подобных изделий не должно входить в круг работ сборочной мастерской. Для выправления нарезки, например, винта достаточно его ввинтить отверткой в соответствующее гнездо винтовальной доски, смазав предварительно машинным маслом.

Внутренняя нарезка в сборочной производится метчиками (фиг. 220) и также при помощи ворота. Считая описание самого метчика известным, укажем только, что обычно приходится для каждого отверстия воспользоваться последовательно тремя номерами метчиков и, в крайнем случае, — двумя: 1-м и 3-м; таким образом нарезка нарезается не сразу, но только 3-й метчик дает окончательный профиль нарезки. Правда, бывают специальные конические метчики, допускающие нарезание сквозной дыры однократным прохождением, но применение их часто приводит к плохим результатам. Следует также избегать «трехгранных» метчиков, ибо они «идут» криво и заедают; желательно, чтобы метчик имел по крайней мере 4 нарезающих гребенки (и соответственно 4 канавки).

Дыры под метчик должны быть просверлены, как указывалось выше, выбирая диаметр согласно вышеприведенных таблиц. Сверление нужно производить правильно, ибо во всяком случае нельзя рассчитывать метчиком исправить допущенные неточности направления отверстий. Особенно строгие требования предъявляются к выполнению дыр под закрепляющие шпильки. В этом случае совершенно необходимо как сверление, так и нарезание сопровождать многочисленными проверками небольшим угольником.

В общем работа нарезания метчиком вполне похожа на работу развертывания дыр. В начале требуется некоторый нажим, далее же метчик начинает ввинчиваться сам собою. Нарезание производится поворачиванием ворота вперед толчками, подобно тому как и при работе клуппом, только толчки должны быть немного помягче. После одного, двух толчков нужно метчик несколько отдавать назад, — этим избегается заедание. Если же метчик явно заел, то его нужно вывинтить и прочистить дыру. Наставлять же на рукоятки ворота трубы для усиления рычага, если плохо подается метчик, весьма опасно, ибо метчики не рассчитаны на подобное усилие и при этом обычно ломаются. [1]

[1] В случае поломки метчика (а равносильно сверла или развертки) никоим образом не следует делать попыток извлечь осколки его голыми пальцами, ибо они иногда остры, как край стекла, и все равно их пальцами вынуть не удастся. Очистить дыру можно какими-нибудь щипцами, например ручными тисочками, плоскозубцами, острогубцами и т. п. В подобном случае некоторую пользу приносит поливание заевших обломков керосином.

Сравнительно удобнее нарезать сквозные отверстия, несквозные же необходимо перед нарезанием продуть от металлической пыли сжатым воздухом или вычистить иным путем; иначе образовавшаяся чугунная пыль, сильно спрессовавшись, может привести к срыву всей резьбы, при чем она в особенности затрудняет вывинчивание метчика, что является в данном случае характерным; масло, при этом, делу не помогает, — скорее, наоборот, способствует плотному спрессовыванию чугунной пыли. В виду изложенного рабочие предпочитают везде, где это допустимо, сверлить дыру под нарезку насквозь или по крайней мере до начала прохождения сверла насквозь (фиг. 221). [1] Этим облегчается чистка отверстия продуванием и в то же время сверление не доходит до неприятного момента полного прохождения сверла насквозь (см. выше). Незначительное сквозное отверстие в данном случае не вредит и не сказывается неблагоприятно на внешнем виде изделия.

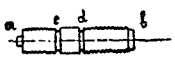
Поворачивание метчиков производится при помощи тех же воротов, что и описанное поворачивание разверток. Безусловно удобнее и целесообразнее работать двусторонними, чем односторонними, воротами; последние применяют только по необходимости, когда место слишком тесно, чтобы поворачивать обе рукоятки двуручного ворота. Односторонним воротом легко перекосить нарезку.

Заметим, что иногда, по местным условиям приходится удлинять метчик, надев на него соответствующий патрон и охватив последний воротом. Такой способ работы вполне допустим, ибо практически дает удовлетворительные результаты.

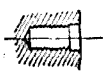
Постановка закрепляющих шпилек.

Типичная закрепляющая ш п и л ь к а показана на фиг. 222. Она представляет цилиндрический стержень, нарезанный с двух концов. [2] Нарезка конца *a*, который можно назвать хвостом шпильки, обычно имеет протяжение в 1—$1^1/_2$ диаметра [3] и предназначена для весьма тугого ввинчивания в гнездо, нарезанное в теле детали; нарезка же конца *b* служит для навинчивания закрепляющей гайки. В целях достижения большой плотности, со стороны *a* шпилька нарезается не нормальной, но «конической», как бы не совсем оконченной резьбой (см. выше), конец же *b*, разумеется, имеет нормальную нарезку. В некоторых случаях применения слабых материалов, например, алюминиевых отливок признается рациональным делать специальное гнездо под шпильку по типу фиг. 223 или применять специальные шпильки с буртиком.

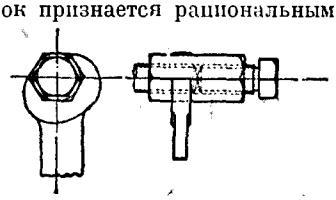
Фиг. 221.



Фиг. 222.



Фиг. 223.



Фиг. 224.

Самое главное условие при постановке шпилек — это поставить их правильно и как можно туже, ибо требуется, чтобы шпилька при отвинчивании гайки никоим образом не вывинчивалась. Перед постановкой шпильки необходимо хорошо продуть нарезанное гнездо или вычистить его иным путем для устранения металлической мелочи и пыли, которые, затрудняя завинчивание, иногда могут повести даже к некоторым разрушениям и во всяком случае дать ложное и неопределенное впечатление о крепости постановки ввинченной шпильки; действительно, в этих условиях может случиться, что шпилька, которая была чрезвычайно туго ввинчена, способна оказывается расшататься впоследствии. Можно признать рациональным ввинчивать шпильку на вареном льняном масле, ибо с одной стороны, это облегчает ввинчивание, а с другой, впоследствии, когда масло высохнет, повидимому, дает более сильное укрепление шпильки, чем постановка всухую; кроме того, благодаря маслу достигается водонепроницаемость. Для достижения последней цели иногда шпильки ставятся также и на сурике, разведенном в вареном масле, и, более редко, в специальных условиях, применяется пропаивание.

Для производства ввинчивания шпильки пользуются так называемой стопорной гайкой (фиг. 224). Как видно на приведенной фигуре, стопорная гайка представляет собой очень высокую гайку, которая приблизительно на половину своей высоты навинчивается на конец *b* шпильки, при этом с противоположной ее стороны ввинчен стопорный винт с гаечной головкой. Гайка навинчивается на шпильку до тех пор, пока торцы шпильки и винты не упрутся друг в друга. После этого, захватив стопорную гайку обыкновенным гаечным ключом, без затруднений начинают ввинчивать шпильку в ее гнездо, и, как бы при этом ни были значительны усилия, стопорный шуруп не вывинчивается сам собой. Когда же шпилька ввинчена до конца, то не представляет никаких затруднений снять с нее стопорную гайку; для этого достаточно пойти ключом назад и обычно при этом гайка вывинтится. Однако, подобный

[1] На чертеже приведена конструкция, не предусматривающая сверления насквозь тем не менее на деле оказывается выгодным сверлить дыру насквозь.

[2] Применяется обыкновенно «правая» резьба.

[3] $1^1/_2$ диаметра для случая постановки шпильки на чугун, 1 — для стали и хорошей бронзы.

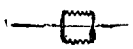
способ не совсем правилен: более верный путь отвинчивания состоит в том, что сперва чуть чуть отвинчивают стопорный шуруп, а потом уже отвинчивают и всю гайку. В нормальных условиях при постановке шпилек следует применять лишь незначительно удлиненный гаечный ключ. За норму степени крепости постановки шпильки можно признать следующее практическое условие: на первую погонную половину длины резьбы шпилька должна ввинчиваться сравнительно легко, а далее все туже и туже.

В сборочной мастерской ставят только сравнительно небольшие шпильки, крупные же должны быть поставлены в механической, на станке, т.-е. более могучими и совершенными средствами, чем имеющиеся в распоряжении сборщика. Постановка крупных шпилек (более 50-ти *мм* диаметром), если и встречается на сборке, то только как исключение, вызванное особыми причинами. Подобная шпилька для своей постановки требует совместных усилий нескольких рабочих.

Ввинченную шпильку допускается немного выправить на месте по угольнику, ударяя свинцовой кувалдой.

Если шпилька слишком длинна, т.-е. конец ее торчит сверх завинченной гайки более, чем на $^1/_2$—$^1/_3$ своего диаметра, и при том она находится на видном месте, то следует опилить ее, как показано на фиг. 225, при чем, разумеется, выгоднее опиливание произвести в тисках, чем на месте постановки шпильки. Ясно, что сохранить тип конца шпильки, показанный на фиг. 222, который удобно выполняется на станке при ручной обработке, было бы затруднительно. Поэтому в машиностроении применяются равноправно оба приведенных типа концов.

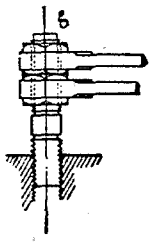
К сожалению, надо сознаться, что эта простая работа спиливания шпилек отнимает сравнительно много времени; поэтому было бы весьма желательно для означенных целей применить какой-либо специальный инструмент, например, специальный торцовой фрезер и т. п.; во всяком случае, если спилить требуется много, то лучше сперва срезать конец ножевкой и лишь после этого опилить напильником.



Фиг. 225.

Перейдем теперь к описанию разнообразных случайностей в производстве работы постановки шпилек.

Допустим, что шпильку начали ввинчивать, но при этом не оказалось возможным довести ее до конца, т.-е. нарезка слишком полна. Для производства необходимого исправления нарезки нужно прежде всего вывинтить шпильку обратно. Каким образом это сделать? Заметим, что стопорная гайка для этого не годится, ибо свинчивается при первом же движении ключом назад. Приходится прибегнуть к навинчиванию на конец шпильки двух обыкновенных шестигранных гаек, которые законтриваются между собой при помощи двух ключей (фиг. 226). Предположим для конкретности, что шпилька устанавливается вертикально, концом *b* вверх. При необходимом вывинчивании нужно взяться сразу двумя ключами, при чем собственно вывинчивание производить нижним ключом, поворачивая его толчками в то время, как верхним ключом пользоваться только для законтривания; действительно, оказывается совершенно необходимым нажимать (без толчков) этот последний в сторону завинчивания, как говорится «придерживать», при чем усилия на верхний ключ понятно должны быть слабее, чем на нижний. Очевидно, что указанный прием работы при помощи двух взаимно законтренных гаек вполне применим и для ввинчивания шпилек, и им пользуются иногда за неимением более удобной в работе стопорной гайки соответствующего размера.



Фиг. 226.

Положим далее, что по неосторожности рабочий стал ввинчивать шпильку чрезмерно туго и, скрутив шпильку, оборвал ее. Понятно, что шпилька может лопнуть либо по месту *c*, либо по месту *d* фиг. 222. Если она лопнула по месту *d*, то для извлечения ее остатка запиливают под гаечный ключ оставшуюся торчать середину ее и после этого вывинчивают ключом; надо заметить, что назад шпилька подается сравнительно легче чем вперед, за исключением случая заедания, происшедшего от слипшейся грязи; но и в последнем случае имеется полная возможность вывинтить шпильку, если только предварительно облить керосином, расшатать кувалдой и затем вывинчивать толчками, ворочая вперед и назад. Если же шпилька сорвана по месту *c*, то и в этом случае предпочтительно конец шпильки вынуть. В центре получившегося и застрявшего обломка высверливают отверстие и вгоняют в него квадратный пирамидальный стержень или также, нарезав в отверстии метчиком левую резьбу, ввинчивают туда соответствующий болт. В обоих случаях сидящий в теле изделия обломок шпильки как бы искусственно удлиняется и после соответствующего расшатывания кувалдой и поливания керосином обычно без больших затруднений вывинчивается.

В меньшинстве случаев бывает, что лопается гнездо шпильки (на разрыв, вследствие расклинивающего действия ее). Это весьма неприятный случай, ибо часто лопнувшее гнездо принадлежит к крупной и уже вполне обработанной отливке. Если означенную деталь невыгодно заменить новой, то остается только прибегнуть к заварке или к устройству крупных вставок и т. п.

Предположим, наконец, что шпилька поставлена криво или не совсем на месте. В таком случае нужно срезать ее, проклепать остающийся хвост [1] и приступить к постановке новой на надлежащем месте и более старательно. Иногда бывает, что положение старой шпильки почти совпадает с положением новой. Тогда нужно просверлить более крупное отверстие,

[1] Считается более надежным вместо проклепывания оставшегося хвоста произвести пропаивание его.

нарезать и заткнуть его металлической пробкой, проклепать или пропаять последнюю и начать высверливание гнезда для шпильки уже в этой пробке.

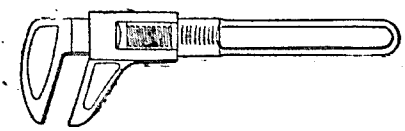
Шпильки, слишком слабо сидящие, сменяются более тугими без каких-либо осложнений.

Гайки. Подкладные шайбы. Гаечные ключи. Завинчивание и закрепление гаек. Шплинтование.

Гайки бывают простые, специальные и сложные. [1] В отношении производства сборочных работ нас более всего интересует простая гайка.

Что такое представляет простая гайка — всем известно. [2]

Является выгодным, чтобы гайки вырабатывались несколько более твердыми, чем болты и крепительные шпильки; с одной стороны это нужно для того, чтобы они менее обминались ключами, с другой — получается та выгода, что таким образом создаются лучшие условия для сохранения правильной формы нарезки и более плотного взаимного прилегания ниток обоих изделий. [3] Обычно повышенная твердость гаек достигается легким цементованием в синь-кали и соответствующим закаливанием (такая гайка имеет темный вид).

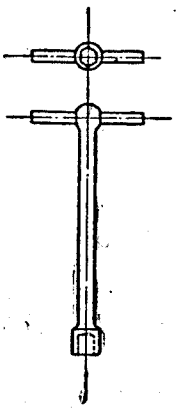


Фиг. 227.

Подкладные шайбы под гайки, вообще говоря, облегчают подтягивание гаек и делают нажим гайки на предмет более мягким и правильным вследствие увеличения поверхностей лежания и возможности покрытия шайбой неровностей поверхности фланца детали. Постановка шайбы предусматривается обычно конструктором и применяется во всевозможных местах солидных конструкций, главным же образом там, где предвидится сотрясение в работе. При постановке гаек на «черном», необработанном месте металла постановку подкладных шайб следует считать обязательной. Шайбы обычно изготовляются из мягкой стали.

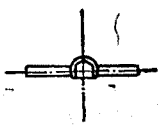
Обыкновенные гаечные ключи бывают цельные и разводные; одна из конструкций разводного ключа показана на фиг. 227.

Цельные ключи бывают стальные и чугунные. Большие ключи обычно делаются из стали, при этом стальные ключи имеют зацементованный и закаленный прохват. Таким образом, если приходится перековывать слишком раздавшийся ключ, то нужно снова закалить его, а в крайнем случае даже повторить цементацию. Далее, к цельным же ключам относятся, так называемые, торцевые ключи (фиг. 228), имеющие широкое применение. Они применяются вместо обыкновенных проходных в случае необходимости по условиям места. Торцевые ключи имеют со своего рабочего конца шестигранное гнездо по размерам гайки, которым последняя захватывается; с другого же конца они имеют квадрат или шестигранную головку для поворачивания обыкновенным ключом или воротом; часто также бывает, что вместо этого сделано сверленое отверстие для продевания ломика или просто устроена постоянная рукоять. Торцевые ключи допускают довольно энергичное крепление гаек.



Фиг. 228.

Недостаток свободного места иногда заставляет применять еще и полуторцевой ключ. Последний представляет, в сущности, испорченный тип торцевого ключа (фиг. 229). Он очень слаб и легко подвергается разворачиванию со стороны своего рабочего конца.



Фиг. 229.

О специальных ключах, — патронных, рожковых, плоских и пр., применяющихся в большом разнообразии при тесных конструкциях, мы распространяться не будем.

Как на самый крайний случай, когда к гайке никаким ключом нельзя подступиться, можно указать на применение зубила для завинчивания и развинчивания: острым зубилом делают на гайке зарубку, а после этого уже затупленным зубилом при помощи ручника косыми ударами поворачивают ее куда нужно.

Переходя к разбору приемов завинчивания и закрепления гаек, мы прежде всего укажем, что чем мельче резьба, т.-е. чем больше питон приходится на единицу погонной длины при прочих равных условиях, тем легче гайка подается подтягиванию и тем, соответственно, больше прижимает предмет; в то же время гайки с сравнительно мелкой резьбой имеют мень-

---

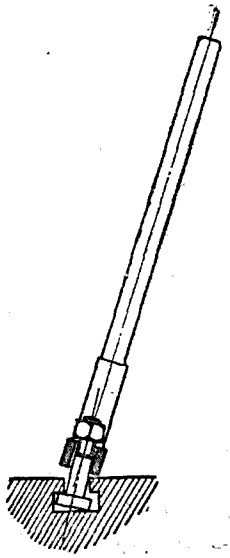
[1] Наименование гайки иногда получают настолько усложненные детали, что было бы лучше их обозначить более специфическим термином.

[2] К простым же гайкам относятся и контр-гайки; когда на шпильку или болт навинчивают две гайки подряд, то первую из них обычно называют контр-гайкой.

[3] Неодинаковость твердости полезна в том отношении, что более мягкий материал несколько приштамповывается к более твердому в то время, как последний сохраняет свою форму, между тем как материалы равной твердости при нажиме оба деформируются и таким образом в нашем случае менее благоприятны.

ше шансов развинчиваться во время своей дальнейшей службы. С другой стороны при многочисленных завинчиваниях и развинчиваниях гаек с мелкой резьбой тратится заметно больше времени, чем для таковых с нарезкой более крупной.

Вообще говоря, гайка по нарезке шпильки или болта должна проходить плотно, но без особых усилий, а если это не имеет места, то необходимо нарезку шпильки или болта обработать постоянной нарезающей плашкой, представляющей эталон меры нарезания. Начальное навинчивание гайки до закрепления следует производить прямо рукой; однако обычно это удается сделать только отчасти вследствие тех или иных обмятий шпильки, которые приводят к заеданию гайки. Для продления возможности завинчивания рукой по торцу гайки «сухо» (резко) ударяют торцом другой гайки, — этим путем удается несколько исправить обмятия шпильки и, соответственно, продолжить завинчивание гайки рукой. После использования указанного средства приходится перейти к завинчиванию ключом.

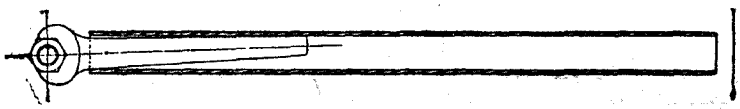


Фиг. 230.

Что касается болтов, то они по существу требуют применения двух ключей: одним нужно придерживать головку, другим же поворачивать гайку. Однако иногда, вследствие неудобства подступа к головке, является желательным обойтись одним ключом. Это вполне возможно, хотя и требует некоторой ловкости. Для иллюстрации сказанного укажем на следующий случай: положим, нужно прикрепить болтом скобу для производства сверления; при чем болт проходит сквозь отверстие в нижнем брусе скобы. Для того, чтобы обойтись одним ключом, нужно наклонить на бок скобу таким образом, чтобы тело болта заклинилось; тогда удастся поворачивать гайку и без придерживания болта (фиг. 230). Закрепление же гаек болтов, т.-е. окончательное их подтягивание, обычно всегда удается производить одним ключом, ибо в общем трение на торце гайки, практически, оказывается меньше, чем на головке болта.

Закрепление ряда однородных гаек одной детали, во всяком случае, нужно производить равномерно и при том, соблюдая известный порядок: нельзя, например, сперва закрепить один край детали и потом перейти к креплению другого. Для конкретности положим, что имеем дело с круглым фланцем: сперва закрепляют не сильно некоторую гайку и переходят по возможности к диаметрально противоположной, потом к накрест-лежащим, затем закрепляют и остальные, по возможности выполняя то же правило последовательного перехода с данной гайки на диаметрально противоположную; далее, проходят таким же порядком второй и третий раз, пока не закрепят гаек достаточно и притом все одинаково, что проверяется на ощупь или по видимости поворотов ключа. Для случая крышек подшипников это правило выражалось в необходимости перехода с данной гайки на диагонально противоположную (см. выше). Закрепляют гайки всегда толчками. Отметим еще, что выгоднее при завинчивании и развинчивании ключом тянуть его на себя, чем толкать от себя.

Фиг. 231.



Фиг. 232.

Завинчивание гаек нужно всегда производить при смазке маслом. Это правило особенно существенно для случаев, где требуется сильное подтягивание. Чаще всего применяют машинное масло, но иногда, по существу дела, требуется применить высыхающее льняное вареное масло.

В целях ускорения работы удобен следующий частный прием смазки: положим, ряд гаек на вертикальных шпильках завинчивается сверху вниз; навинтим гайки немного от руки так, чтобы образовались «чашечки» (фиг. 231); в эти «чашечки» удобно налить немного масла, которое таким образом хорошо просочится на шпильку.

Очень часто при сборке машин прибегают к усиленному креплению. Укажем соответствующие практические степени:

1) крепление «от трубы», 2) «от свинцовой кувалды», 3) «стальным молотом».[1]

Для производства крепления «от трубы» на ключ надевается газовая труба, благодаря чему образуется большой рычаг, обычно в 2—4 раза превосходящий ключ длиною своего «плеча» (фиг. 232 и 233).

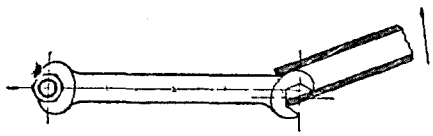
Крепление «от трубы» следует производить одному рабочему, ибо работа вдвоем всегда приводит к тому, что гайки будут закреплены не одинаково.

Крепление кувалдой и молотом осуществляется таким образом, что один рабочий держит надетый на гайку ключ, прижав его в направлении ударов к гайке, другой же наносит ровные удары кувалдой или молотом по рукоятке ключа в сторону требуемого поворота.

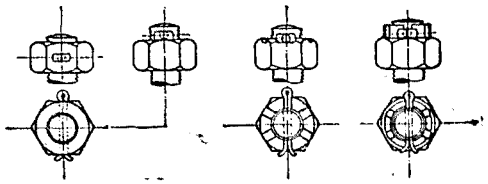
[1] Производить подобные усиленные закрепления гаек допускается только при пользовании цельными стальными ключами.

Закрепление от трубы позволяет закрепить очень сильно, но для некоторой степени мягко, без значительных срывов случайных заусениц. Приблизительно равносильный результат дает закрепление «от свинцовой кувалды».

Крепление же стальным молотом представляет наиболее энергичное средство подтянуть гайки: ударами тяжелого молота легко стираются всякие заусеницы и заедины. Такое крепление мы вправе назвать жестким. Указать определенно, в каких случаях применяется тот или иной способ крепления, мы бы затруднились, ибо это зависит от многих обстоятельств, однако укажем, что, во-первых, крепление от стального молота применяется реже остальных, во-вторых, что у машины повидимому всего сильнее закрепляют цилиндры к станине, что, наконец, в-третьих, стальной молот применяют еще в том случае, когда самый размер гайки настолько велик, что необходимо применить это крайнее средство крепления; — подобный случай имеет место при свинчивании обеих половин свертных маховиков.



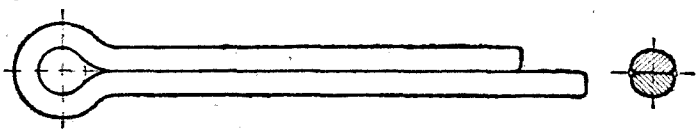
Фиг. 233.



Фиг. 234. Фиг. 235. Фиг. 236. Фиг. 237.

Когда машина пущена в ход, то практикуют дальнейшее подтягивание гаек на ходу машины и, действительно, часто при этих условиях поддаются подтягиванию даже те из них, которые перед этим были закреплены намертво. Объяснение этого мы должны прежде всего видеть в возникающих термических удлинениях болтов и шпилек, а также указанное соотношение отчасти может зависеть от влияния толчков и вибраций машины на ее ходу.

Что касается ш п л и н т о в а н и я гаек, то его необходимо производить у тех движущихся частей машины, у которых случайное развинчивание возможно вследствие значительных сотрясений в работе и которое могло бы повлечь за собой особо неприятные последствия: например, принято прошплинтовывать гайки у головок шатунов и т. п. Обычно шплинтование бывает предусмотрено конструктором. Шплинтование является одним из многочисленных способов застопоривания гаек и состоит в том, что гайку прошпиливают шплинтом,[1] отогнутые края которого исключают всякую возможность катастрофического по своим последствиям развинчивания гайки во время хода машины (фиг. 234, 235, 236 и 237).



Фиг. 238.

Шплинт отдельно показан на фиг. 238.

Как видно из фиг. 236 и 237, для шплинтованной гайки при ее закреплении по самой ее конструкции возможны не все положения, как у обыкновенной, но некоторый прерывистый ряд положений, обычно шесть положений на один оборот, при которых шплинтование возможно. В громадном большинстве случаев удается гайку поджать так, чтоб она, будучи правильно, т.-е. не слишком сильно и не слишком слабо закреплена, могла бы быть прошплинтована. Если же гайку явно нельзя довести до требуемого положения, что может случиться при крупной резьбе, то следует ее отвинтить и опилить с торца, которым она нажимает на предмет. Укажем, что, повидимому, наиболее совершенный тип шплинтованной гайки представляет тычковая или корончатая гайка фиг. 237.

Для облегчения операции шплинтования и выдергивания небольших шплинтов целесообразно применять специальные шплинтовые клещи, шплинтодеры.

Взамен шплинтования практикуются также специальные пружинные шайбочки, пружинные гайки, стопорные винты, стопорные шайбочки и прочие остановы; отчасти конкурирующей конструкцией с ними является постановка контргаек.

Об отвертках и винтах.

Обыкновенная о т в е р т к а, показанная на фиг. 239, не вполне удовлетворительна для сборки машин, ибо при помощи ее трудно достаточно сильно завинчивать винты. Для усиления действия отвертки следует сбоку лезвия приспособить какую-либо рукоятку; еще проще захватить за лезвие разводным ключом и с помощью его поворачивать отвертку.

Далее можно рекомендовать для ускорения работы укреплять лезвие обыкновенной отвертки в коловороте и пользоваться этим приспособлением при массовом завинчивании или отвинчивании мелких винтов.

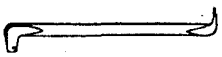
[1] Шплинт иначе называется разводной шпилькой.

Кроме обыкновенных отверток на сборке применяются еще отвертки типа фиг. 240.

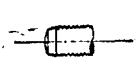
Понятно, что вращающий момент у подобных отверток получается достаточно большим, однако на них труднее нажимать.

Нужно отметить, что нажим на отвертку должен быть достаточным, чтобы она не вырывалась из прореза в работе, в противном случае неизбежно будет исковеркана головка винта. Винты (или шурупы) представляют значительное разнообразие в отношении своих головок, при чем имеющие гаечную головку требуют для своего завинчивания гаечных ключей, другие же и притом большая часть завинчиваются отвертками, имея соответствующий ирорез (шлиц). Нередко отвертка разворачивает и безобразит прорез головки; в таком случае для исправления внешнего вида следует несколько опилить головку, при чем упомянутые повреждения обычно делаются для глаза едва заметными.

Фиг. 239.



Фиг. 240.



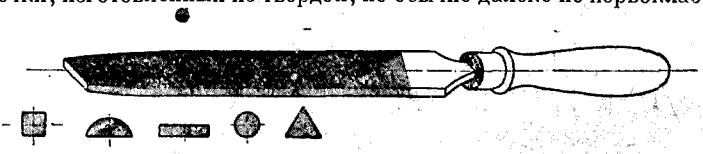
Фиг. 241.

Очень часто оказывается, что винт идет в свое отверстие слишком туго; тогда его следует пропустить сквозь постоянную [1] эталонную плашку; при чем весьма удобно плашку зажать в тиски и просто ввинтить в нее винт при помощи отвертки. Еще удобнее вместо отдельных плашек применять так называемые винтовальные доски, представляющие в сущности плашку для многих резьб небольшого диаметра. Далее, точно так же часты случаи, когда винт слишком длинен и его требуется укоротить. Незначительное укорачивание достигается спиливанием торца, более значительное же лучше произвести путем отрезания конца ножовкой, при чем является желательным, чтобы винт подлежал укорачиванию не менее, чем на 5 *мм*, ибо тогда отрезаемую часть во время отрезания можно зажать в тиски. Укороченный винт должен быть заправлен со своего конца шлифиой пилой. Заправка заключается в том, что его опиливают с конца на конус (фиг. 241), чем и достигается, что винт будет легко ввинчиваться в гнездо. Вместо этого простого приема некоторые слесаря делают попытки выправить маленькой пилкой нитки нарезки на конце шурупа; однако подобная работа не достигает цели и таким образом обработанный винт обычно вначале настолько же мало способен ввинчиваться, как и винт прямо из-под ножовки.

В заключение заметим, что все винты следует завинчивать, смазав машинным маслом, а иногда, в специальных случаях, и вареным льняным.

Опиливание и напильники. Тиски.

Опиливание металла производится напильником, который среди русских слесарей всегда называется пилой. [2] Напильник представляет собой полосу или брус, имеющий многочисленные насечки, изготовленный из твердой, но обычно далеко не первоклассной стали, притом сильно («сухо») закаленной. Сделанные насечки образуют зубцы, которыми пилят материал. В виду наклоненного положения их является правильным в работе напильником проводить по материалу только по направлению вперед (от себя), т.-е. в направлении наклона зубцов. Напильники бывают различных размеров и соответственно сортируются, считая по количеству миллиметров в длине (от 75 до 450). Далее, их размечают по степени крупности насечек. Очевидно, чем крупнее насечка напильника, тем грубее работа им и наоборот. Напильник с очень крупной насечкой называется драчевым или обдирочным. Мелкий же называется личным, шлифным или бархатным. Далее, напильники различают по виду их поперечного сечения: таким образом имеются напильники плоские, квадратные, треугольные (они же трехгранные), круглые, полукруглые [3] (фиг. 242). Из них плоские разделяются на тупоносые, имеющие ровную ширину полосы по всей длине (но не толщину), и остроносые, у которых со стороны носа ширина уменьшена на 50% сравнительно средней части. То же уменьшение ширины делается и у полукруглых напильников. Что касается толщины, то в большинстве типов напильников она также в первоначальном изготовлении имеет, примерно, 30—50% уменьшения к носу.



Фиг. 242.

Более специальную группу составляют напильники плоские тупоносые с овальными (скругленными) ребрами, остроносые овальные, имеющие совсем острые нос и края, тупоносые

[1] Безусловно, в данном случае следует воспользоваться именно цельной плашкой, ибо таким образом с одного прохода получается надлежащий результат.

[2] Инструмент же вполне аналогичный столярной пиле у слесарей называется ножовкой.

[3] В сущности сегментовидные.

мечевые с ромбовидным поперечным сечением и остроносые ножовочные с трапециевидным поперечным сечением.

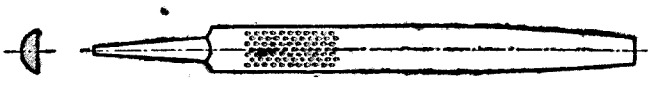
Большой обдирочный квадратный напильник называется брусовкой, обычно он делается и «брюхом», т.-е. с большим ушпренпем в средней части (фиг. 243). Подобная форма, совидимому, делается для усиления возможного нажима на материал в работе. В общем брусовка очень грубый и безобразный инструмент, предназначенный для пиления больших плоскостей. Приходится сознаться, что от применения брусовок пользы получается немного и, в сущности, она едва ли выдерживает конкуренцию с обыкновенной квадратной пилой даже в отношении работоспособности. По своей идее брусовка должна усиленно работать отчасти за счет своей тяжести; однако величина последней оказывается совершенно недостаточной, чтобы производить действительно успешно работу, хотя бы при незначительном притуплении зубцов брусовки; с другой стороны, при движении брусовки назад ее тяжесть затрудняет необходимое ослабление нажима; в результате этого брусовка бесполезно тупится; далее, сравнительно большая ширина ее затрудняет достигнуть достаточного удельного давления силой рабочего, уменьшая выгоды в отношении того же, получаемые от выпуклости ее середины. Единственно, когда еще брусовки могут быть действительно полезны, это при

Фиг. 243.

Фиг. 244.

работе по очень мягкому чугуну, ибо в этих условиях брусовка не скоро затупится и ее тяжести оказывается достаточно па довольно продолжительное время работы.

Довольно редко встречается особый вид напильника со скобкообразной металлической рукояткой (фпг. 244). Этот короткий плоский напильник должен быть причислен, в виде необычности его применения, к числу специальных напильников. Он достаточно удобен в работе и предназначается для опиливания тех пли иных фланцев, расположенных в углублении, например, фланцевых приливов подпятников, вертикальных валов и т. п. Укажем на некоторое другое применение этого инструмента. Допустим, что нам нужно скруглить острый край станины, В таком случае сперва произведем обрубку его зубилом, подвигаясь вдоль кромки, затем выработаем грубое округление крупным плоским напильником



Фиг. 245.

Фиг. 246.

Фиг. 247.

и, наконец, выровнпм округление нашей скобкообразной пилой, работая вдоль кромки, как столярным рубанком по дереву; конечный результат при этом получается быстрее и явно лучше, чем при работе обыкновенными напильниками.

К специальным же напильникам должен быть отнесен так называемый рашпиль. Этот напильник имеет совершенно особый вид насечки, выработанной специальным острием. Таким образом зубья рашпиля оказываются сравнительно редко расположенными, при чем их делают очень крупными. Рашпиль имеет общеизвестное применение для опиловки копыт лошадей при их ковке, в машиностроении же он применяется для обдирки баббитовых заливок, ибо всякая другая пила слишком скоро засоряется ими.

Рашпили различаются по длине, которая варьирует от 200 до 450 *мм*, и по своему поперечному сечению.

В условиях сборки наиболее подходящими рашпилями являются полукруглый и круглый, а вообще ассортимент их заключает еще и плоские тупоносые и остроносые, конные, сапожные и пр.

На фиг. 245 показан рисунок рашпиля полукруглого сечения.

По затуплении насечек напильников, последние является возможность отдать в пересечку. Каждый напильник по своим размерам рассчитан примерно на 3—4 пересечки (в зависимости от величины зубов насечки).

Для удобства производства пиления на хвостовой конец всякого напильника должна быть надета рукоятка или черенок. Рукоятки бывают деревянныеи иные. Удовлетворительно служат рукоятки, представляющие сверток проклеенной папки, закрашенной олифой.

Что касается значения свойств металлов, подвергаемых опиливанию, то можно сказать, что лучше всего поддаются таковой обработке хрупкие, не очень твердые металлы: серый чугун,[1] бронза. Хорошо опиливаются также и многие другие медные сплавы и цинк. Довольно хорошо обрабатываются алюминий и красная медь. Красная медь совершенно не затупляет напильников и в то же время лишь мало засоряет их. Железо и мягкая сталь удобно опили-

[1] В этом, между прочим, заключается одно из скрытых преимуществ чугунных отливок перед стальными.

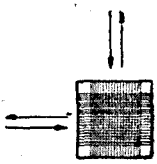
ваются в мелких изделиях, но трудновато в крупных, когда надлежит спиливать значительные поверхности. Баббит и свинец опиливаются неудовлетворительно, сильно засоряя напильники.

Скажем подробнее об особенностях опиливания больших поверхностей из мягкой стали или железа. Эта работа протекает гораздо медленнее, чем опиливание чугуна, несмотря на то, что напильник без затруднений заметно въедается в материал; дело в том, что благодаря значительной вязкости и тягучести железа на нем получаются лишь штрихи, — материал плохо обламывается; далее, кусочки стали местами вклепываются в зубья пилы, совершенно нарушая тем самым правильный ход работы опиливания; благодаря небольшим размерам этих вклепавшихся кусочков получается характерное явление — заедание поверхностей, в результате чего происходят безобразные, неестественно глубокие штрихи, которые только портят поверхность детали, не подвигая дело опиливания заметно вперед.

Совершенно необходимо при всяком материале перекрещивать штрихи опиливания, т.-е., опилив немного в определенном направлении, переменить направление хода напильника по возможности на перпендикулярное к первому и пилить до исчезновения первых штрихов и т. д. Разнообразить дальше направления пиления не представляется необходимым, ибо совершенно достаточно двух выбранных направлений для всего опиливания данного места.

При пилении плоскостей неопытный слесарь всегда более или менее «заваливает» края, при чем характер полученной поверхности зависит от относительных размеров пилы и опиливаемой поверхности. На фиг. 246 показан в сильно утрированном виде разрез получаемой заваленной плоскости в случае, если опиливаемый предмет сравнительно мал; на фиг. 247, показан также в утрированном виде разрез, соответствующий случаю опиливания большого предмета. [1]

Если же, наконец, производится опиливание сравнительно очень большой площади, при чем напильник невелик, то нет оснований бояться заваливания. В подобных условиях работа напильником начинает напоминать работу шабром, ибо мы снимает материал именно в том месте площади, в котором требуется, не затрагивая соседних мест.


Фиг. 248.

Напильник принято держать обеими руками: правой (ближе к себе) за рукоятку, а а левую наложить, выставив вперед, на противоположный конец его. При работе левая рука его не должна оставаться пассивной, но должна вести напильник, — в этом залог успешной работы. Настоящая работа пиления плоскостей производится при не частом, мерном и значительном колебании рабочего всем корпусом вперед и назад; при ходе вперед рабочий сильно налегает (надвигается) грудью на опиливаемый предмет, при чем движения рук должны быть точны и независимы и не должны сопровождаться никакими прочими бесполезными подергиваниями.

Другой, значительно более трудный случай опиливания, а именно тоже плоскостей, представляют фланцы по типу фиг. 87. В данном случае при неумелой работе всегда получается слишком выбранной средняя область края в виде как бы концентрической канавы. В виду этого по мере хода опиливания следует постоянно проверять работу по линейке на просвет и по накрашенной плитке.

Еще большие трудности для правильного опиливания часто представляют вогнутые цилиндрические поверхности, которые опиливаются круглой или полукруглой пилами, при чем даже опытные рабочие нередко производят заметное заваливание краев.

Пиление выпуклых поверхностей полагается производить «кругление», что никаких практических затруднений не представляет. [2]

---

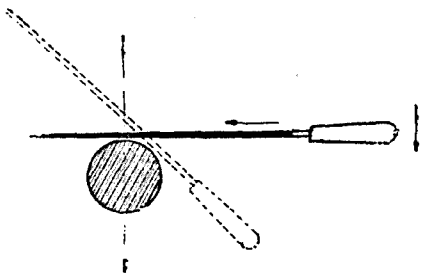
[1] Для уменьшения заваливания при обработке небольших плоскостей можно предложить следующий практический способ: ставить пилу на металл с некоторым опозданием относительно начала движения вперед и снимать раньше конца хода вперед; при обратном же движении совсем не прикасаться к металлу; таким образом пиление будет производиться в самой выгодной фазе движения, ибо наибольшее заваливание обычно получается в начале и в конце хода пилы и также в значительной мере на бесполезном обратном ходе. Для случая же опиливания площадок размера приблизительно 100 × 100 *мм* можно предложить другой прием, а именно: производить обработку, согласно штрихов фиг. 248, т.-е. почти во все время опиливания не доводить пилы до углов опиливаемого прямоугольника, при чем нужно приноровиться получать плоскость, ибо указанный способ позволяет получать даже довольно правильную вогнутую поверхность при относительно большом напильнике, чем, конечно, и доказывается действительность способа против заваливания.

[2] Надо признать нам более рациональным «обратное кругление» (фиг. 249): при движении напильника вперед каждый раз спускают рукоятку вниз, и соответственно, точка прикосновения пилы к предмету передвигается по нему назад; этим устраняется возможность случайной выработки на выпуклой поверхности небольших плоских участков. Однако, иногда приходится допускать, в противоположность сказанному, и «прямое кругление», при котором, двигая напильником вперед, приподнимают в то же время его рукоятку и, соответственно, точка прикосновения напильника перемещается также вперед по предмету. При этом результат получается худший, чем в предыдущем случае.

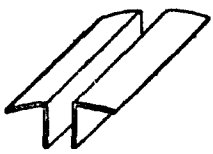
Кругление принято производить торопливыми движениями, подобно работе зачистки наждачным полотном.

Область применения напильников таким образом ограничивается обработкой плоскостей, вогнутых цилиндрических поверхностей и выпуклых поверхностей. Работа напильником, будучи по существу медлительной и не всегда удобной, представляет вообще многие невыгоды, напильник обходится дорого как в работе, так и в стоимости эксплоатации самого инструмента (напильники быстро тупятся при работе по твердому металлу). К тому же научиться пилить правильно, как следует, сравнительно не легко. В особенности же невыгоден напильник в работе по крупным деталям, в этой огромной области его применения.

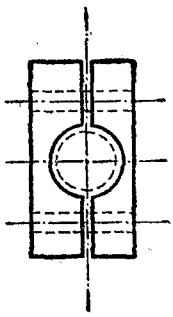
Перечислим еще некоторые существенные недостатки напильника, о которых вскользь уже упоминалось: во-первых, работающий не видит и, строго говоря, не может знать, ведет ли он напильник по тому месту, по которому желает, во-вторых, многие металлы засоряют зубья насечки и тем понижают работоспособность напильника, [1] а при работе по краске опилки даже любого металла, смешавшись с краской, разведенной на масле, способны быстро



Фиг. 249.



Фиг. 250.



Фиг. 251.

засорять его. К сожалению, покамест в технике напильник ничем другим подходящим заменить не удалось.

Деталь, предназначенную для обработки напильником, а также и прочими инструментами, зажимают, если только это возможно, в тиски для закрепления. Сами по себе т и с к и, как приспособление, — общеизвестны.

Различают стуловые неповоротные стальные тиски и тиски на плоской станине, обычно сделанные из чугуна и притом иногда поворотными. Отметим, что опиливаемые предметы в тиски надо укреплять таким образом, чтобы материал детали при зажатии в них по возможности «работал» (напрягался) только на сжатие, но не па изгиб. Далее, чтобы вполне исключить возможность повреждения детали от зажимания, вставляют в тиски желто-медные, цинковые, красно-медные, или свинцовые захватки-губы (фиг. 250). Из них — красно-медные, повидимому, наиболее универсальны по своему применению.

Для многих изделий, во избежание их повреждений, следует при зажатии в тиски вместо губок применять специальные шаблоны (захватки). Так, например, даже для зажима простого болта вместо губок является более рациональным применять разъемные шаблоны по резьбе (фиг. 251), которыми и захватывается болт при зажиме в тисках.

Особый способ укрепления применяют при опиливании тонких пластинок, а именно: зажимают в тиски деревянный брус и на него кладут опиливаемую пластинку, которую укрепляют при помощи заколачивания вокруг всего контура ее мелких гвоздей; гвозди забивают таким образом, чтобы они повсюду оказались своими концами ниже опиливаемой плоскости и, следовательно, не мешали работе. Этот способ исключает возможность выгиба пластинок в тисках.

Для самых мелких слесарных работ применяют так называемые т и с о ч к и, представляющие ручные, удерживаемые в левой руке тиски весьма небольшого размера, не имеющие в своей конструкции станины вовсе.

Шабрение и шабры.

Ш а б р (или шабер) является весьма нужным инструментом для сборки машинных частей; им производится шабрение или скобление металлов для достижения точной пригонки. Треугольный шабр можно сравнить с ножом, плоский — со стамеской. Оба типа шабров применяются различных размеров. Треугольный шабр (фиг. 252) представляет полосу трехгранной стали, заточенную со своего «рабочего» конца на трехгранное острие, несколько отогнутое в сторону одной кромки, причем две другие острые кромки образуют режущие части. Наиболее ходовой размер треугольного шабра на сборки дизелей: около 15 *мм* в сто-

[1] Существуют специальные щетки из красно-медной проволоки, применяемые для прочистки зубьев напильников.

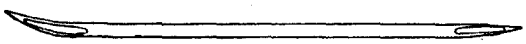
роне треугольника поперечного сечения при общей длине шабра 400 — 600 *мм*. «Рабочие» концы шабра должны быть закалены. [1]

В работе, для успеха дела треугольный шабр нужно крепко держать в руках, взявшись правой рукой приблизительно за середину и протянув задний конец вдоль руки сверху, дальше локтя, при чем левой рукой держать шабр у его рабочего конца, стараясь прижать к локтю правой.

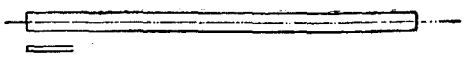
Во время шабрения шабр ведут не перпендикулярно к режущей кромке его, но приблизительно под углом 50 — 70°, при чем угол резания (не смешивать с углом заострения) поддерживают примерно в 90°.

Безусловно следует приучиться шабрить как сверху вниз, так и снизу вверх, что позволяет прошабривать обе стороны вкладыша, не меняя своего положения относительно него. [2]

Специальное и может быть главное назначение треугольного шабра — пришабривание вкладышей подшипников к валам, что описано выше.



Фиг. 252.



Фиг. 253.

Плоский шабр представляет полосу инструментальной стали (фиг. 253), прямоугольного сечения, закаленную и заточенную с концов; он применяется главным образом для пришабривания плоскостей.

Толщина шабра обычно бывает 6 — 7 *мм*, а ширина от 20 до 40 *мм* и более, при чем более узкие шабры — 20 и 25 *мм* — применяются для шабрения стали, железа, чугунов, бронз и пр., широкие же — пригодны только для шабрения самых мягких металлов и для соскабливания грязи.

Плоский шабр затачивается плоскостью, перпендикулярной к его боковым граням, а для работы по вогнутым поверхностям затачивается по дуге (фиг. 253). Угол заострения делается обычно в 90°. Для работы же по бронзе в целях чистоты штриха можно рекомендовать брать угол заострения даже несколько более 90°. [3]

Для производства шабрения плоский шабр накладывают под углом около 40° на обрабатываемую поверхность и, производя некоторый нажим, шабрят (скоблят) металл. Угол резания таким образом получается около 40° + 90° = 130°. Далее, практикой доказано, что шабр лучше забирает материал, если его вести таким образом, чтобы режущее ребро было расположено под углом 65 — 80° к направлению движения (см. фиг. 256).

Совершенно подобно плоскому шабру имеет применение также и полукруглый шабр (в сущности, сегментовидный), который, впрочем, на практике встречается несколько более редко, чем плоский.

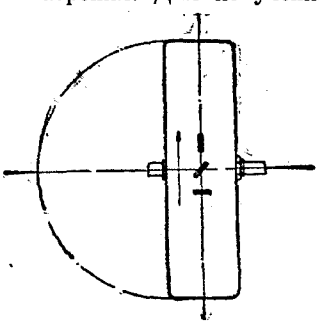
---

[1] Изготовляется шабр следующим образом: надрезают ножовкой (или зубилом) и обламывают соответствующий кусок полосы трехгранной инструментальной стали; быстро разогрев до ярко-красного каления, оттягивают его проковкой с одного или обоих концов (часто шабровое острие делается с обоих концов полосы); далее, немного отгибают конец в сторону, чтобы одна из граней сделалась выпуклой цилиндрической, а две другие вогнутыми; наконец, краем наждачного круга вытачивают канавки в гранях, как видно из приведенной фиг. 252. Эти канавки полезны в том отношении, что облегчают многочисленные заточки шабра в работе. Первоначальную обработку и заточку можно произвести на наждачном круге, после чего закалить концы шабра посильнее («посуше») и, в дальнейшем, во избежание отпускания стали, точить на обыкновенном каменном точильном круге при достаточном охлаждении водой. Заметим, что, вообще говоря, шабры быстро тупятся, даже при работе по столь мягкому металлу, как баббит.

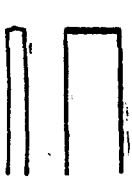
[2] Таким образом в частности получается экономия сил работников, потому что происходит некоторая смена работающих мускулов; в данной работе — это существенно, ибо нередко шабрение ведется с большой энергией.

[3] Затачивание шабра производится на обыкновенном мокром каменном или цементном точиле. На фиг. 254 показаны различные положения конца шабра при заточке. Из них косое положение выгодно в том отношении, что ослабляется дребезжание шабра. Обращаем, далее внимание на то обстоятельство, что хорошо режущая кромка получается только со стороны хода точильного камня, т.-е. там, где камень идет против затачиваемого острия. Таким образом, для получения обеих кромок конца удовлетворяющим своему назначению можно предложить затачивать шабр по типу фигуры 255, где угол заострения с обеих сторон оказывается немного более 90°. Подобная заточка допускает прямое положение шабра на точиле, как показано на нижнем месте фиг. 254. Практикуется еще заточка, показанная на верхнем месте на фиг. 254, при которой стараются выбрать наиболее выпуклый поясок на вращающемся камне; однако очевидно, что последний способ мало практичен, ибо при нем слишком легко получить не заострение, но наоборот притупление рабочих кромок, если только шабр хотя бы немного углубится в камень.

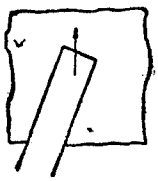
Вообще говоря, шабр имеет весьма существенные принципиальные преимущества перед напильником, а именно: работая им, мы всегда можем снимать стружку металла в точности в том месте, где нужно; затем имеем все удобства при работе по краске, ибо краска сама по себе в данном случае не мешает работе. Однако по скорости снимания материала шабр остается далеко позади напильника. В виду этого область применения его ограничивается только точнейшими работами и, соответственно, шабрение может быть производимо только по предварительно обработанным так или иначе поверхностям. К числу второстепенных недостатков шабра можно отнести его свойство иногда дребезжать в работе (особенно при сшабривании острых кромок и краев изделий), при чем получаются рубцы, которые имеют наклонность только усиливаться в дальнейшей работе, если не переменить направления шабрения. Для получения правильной поверхности необходимо вообще перекрещивать штрихи шабрения, т.-е., прошабрив данную поверхность по некоторому определенному направлению, переменять направление шабрения на перекрестное и т. д. Таким образом получается характерная рогожеподобная поверхность. Возникающие при шабрении небольшие царапины

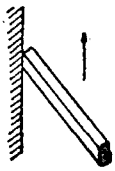


Фиг. 254.



Фиг. 255.





Фиг. 256.

и заусеницы в случае особой надобности можно всегда устранить при помощи шлифной пилы. Таким образом достигается наибольшая плотность прилегания пришабренных поверхностей. Иногда вслед за пришабриванием для той же цели применяют еще и притирку. Однако, надо заметить, что в большинстве случаев пришабривание само по себе обеспечивает достаточно плотное лежание поверхностей друг на друге.

В заключение упомянем, что кроме описанного шабрения, производимого для пригонки частей друг к другу, применяется еще шабрение с декоративными задачами (часто «змейками»). Однако и в этом роде шабрения кроется большой практический смысл, ибо оно позволяет легко определять износ изделия при дальнейшей его службе по исчезновению знаков от шабра, что весьма существенно в случае точнейших изделий.

Припиливание и пришабривание по краске и по салу. Пригоночная краска. Пригонка по бликам и по мелу. Образцовые притирочные плитки.

Мы решаемся выделить в отдельную главу приложения сводку описания весьма важных для сборщика операций пригонки изделий припиливанием и пришабриванием по краске, салу, мелу и т. п.; о них неоднократно более или менее вскользь упоминалось как в тексте, так и в приложении.

По существу способа требуется применять невысыхающую к р а с к у; она должна быть в достаточной мере мелкокрушпчата и с хорошей кроющей способностью, затем, сам материал (порошок) краски не должен быть настолько тверд, чтобы царапать металлы. Применяют с успехом: железный сурик, берлинскую лазурь, индиго, голландскую сажу и т. п. Краску разводят на чистом машинном масле до степени более или менее жидкой мази, при чем считается совершенно недопустимым присутствие каких-либо заметных наощупь крупинок. Густая краска точнее указывает места прикосновения металла, а более жидкая зато не требует столь частого возобновления, как густая, т.-е. сравнительно труднее стирается.

Для намазывания краски пользуются свернутой в виде валика тряпочкой — «мазилкой». Вообще говоря, более точный результат дает скупое намазывание, тогда как, наоборот, слишком обильное намазывание способно давать не совсем правильную картину неровностей поверхности. Необходимая степень намазывания очень сильно варьирует в зависимости, главным образом, от степени нажатия и взаимной подвижности частей. Как на крайние случаи можно указать: во-первых, на пришабривание главного коленчатого вала машины, когда намазывать можно и следует весьма слабо и, во-вторых, на припиливаиис фланцев главных цилиндров, когда вследствие незначительной взаимной подвижности частей выгоднее мазать станину очень обильно и густо.

Цель работы припиливаиш и пришабривания по краске заключается в достижении необходимой плотности взаимного лежания данных поверхностей как подвижных, так и неподвижных в кинематическом смысле (известно, что только поверхности, достаточно хорошо пригнанные, могут выдерживать те давления, на которые они рассчитаны). Часто, кроме того, пригонка по краске имеет целью выравнивание данной поверхности по другой образцовой, служащей как-бы эталоном плоскости, например, по образцовой плитке.

Работа пригонки производится следующим образом: одну из поверхностей намазывают краской и приводят в соприкосновение при соблюдении чистоты с другой, которую именно

и предвидится опиливать и шабрить; затем, делают несколько притирочных движений, при чем на поверхности, подлежащей обработке, показываются места окрашенные краской; их спиливают (а при более точной работе сшабривают) и снова накладывают предмет на намазанную поверхность и т. д., пока не добьются хорошего результата. В начале же работы обычно ведут операцию менее методично, допуская для ускорения дела работу несколько наудачу (см. выше гл. о монтаже вала и пришабривании вкладышей рамовых подшипников). Однако, чем далее подвигается работа, тем осторожнее ведут ее. Заметим, что при работе с тонкими пластинками не следует сильно нажимать на них в момент окрашивания, ибо вследствие получающихся деформаций работа шабрения будет произведена при этих условиях неверно.

Как правило можно считать, что краска отмечает на металлической поверхности именно то место, которое возвышается над прочими и где имелось прикосновение с приложенной и покрытой краской поверхностью, если только краска не разведена слишком жидко и если произведены притирочные движения по всем направлениям. Если-же возвышенности особо резко выступают на подлежащей обработке поверхности, то тогда от сильного нажатия в месте соприкосновения возникший слой краски стирается и получается характерное «язвообразное» блестящее место, окруженное каймой краски. Эти «крепкие» места — б л и к и, повидимому, получаются, как следствия известного явления «заедания» металлов. В работе их следует сшабрить в первую голову и притом особенно энергично.

Во время пригонки поверхностей по бараньему с а л у, вместо краски, эти «крепкие» места оказываются особенно явственными. На видимости этих «крепких» мест основывается работа пришабривания совсем без краски, которая в руках опытного рабочего представляет точнейший прием пригонки. Прием этот имеет практическое значение и применяется в том случае, если необходимое окончательное вытирание оставшейся после работы краски было бы слишком неудобно, потребовав значительной разборки частей: например, пришабривание вкладышей подшипников вала при условии, если не предвидится после этой операции вынимать самый вал.

Способ припиливания по м е л у несколько отличается по существу от вышеописанного, ибо намеливается именно та часть, которая подлежит опиливанию. Эта особенность приема иногда полезна сама по себе, например, в случае пригонки тонких конических шпилек.

Намеливание предмета производится куском мела, [1] при чем для получения ровного слоя намеленное место растирают пальцами. После этого притирают данную поверхность к прилегающей. На возвышениях, в местах соприкосновения мел стирается и кое-где показываются «крепкие» места. Места соприкосновения опиливают и т. д.

Способ работы по мелу является довольно неточным и потому в данном случае дело никогда не доходит до применения шабра, но ограничиваются работой напильником. Этот способ применяется предпочтительно перед другими в том случае, когда требуется лишь легкая пригонка детали к черной необработанной или только немного выровненной опиливанием поверхности. С другой стороны мел никогда не применяется при работе по притирочным плиткам.

Притирочные плитки, [2] описанные нами в главе об измерительных инструментах, являются как бы образцами, эталонами плоскости. Они тщательно обработаны под плоскость с одной или нескольких своих сторон. Надо иметь в виду, что они сравнительно скоро истираются в работе, при чем практически почти всегда оказывается более сработанной их средняя область. Поэтому можно высказать пожелание, чтобы притирочные плитки делались по возможности из более твердого материала.

Замечание о притирочных работах.

Мы уже давали некоторые сведения о способе пригонки частей шлифующими порошками, — наждаком, карборундом и пр., в главе о притирке клапанов и шлифовке втулок плунжеров. Здесь мы позволим себе привести некоторые соображения, которые выясняют причины, почему этот способ, столь хороший как будто по идее, практически не может вполне заменить пригонки по краске шабрами и пилой.

Существует мнение, принимаемое многими почти как за понятное само собой, что всякая шлифовка происходит по типу снимания (сцарапывания) с поверхности наиболее выдающихся частиц и областей, словом всех бугров. На основании этого можно было бы предполагать, что всякое пришлифовывание должно непременно выравнивать поверхности. Это неверное [3] в столь широком объеме правило не встречает однако противоречий для очень многих тел, в особенности хрупких и хрупковатых: [4] например, из обыденного опыта хорошо

---

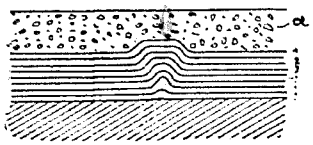
[1] На полированных поверхностях мел не держится и поэтому их следует предварительно протереть довольно грубой наждачной бумагой.

[2] Наименование «притирочная плитка» несколько условно, ибо в сущности с ней мы не производим никаких притирочных работ, но только пригонку по краске. Притирочные же работы производятся иначе (см. следующую главу).

[3] Например, правило явно не соблюдается хотя бы в случае непосредственной притирки стали, которая не будет притираться, но, наоборот, у нее будет происходить порча поверхностей вследствие возникающего явления заедания.

[4] Сравните с этим тот факт, что все антифрикционные сплавы немного хрупковаты.

известно, как легко притереть друг к другу два сухаря. Далее, несомненно по указанному типу выравнивания идет обработка металла напильником, наждачным кругом, и даже до некоторой степени наждачной бумагой, или полотном, в особенности, если последние подперты с задней стороны тем или иным деревянным или металлическим бруском. Но притирочные мази, повидимому, работают иначе: металл, покрытый пластом скоблящей его мази, подвергается приблизительно равномерному постепенному снятию материала по всей поверхности,[1] при чем не представляется возможным утверждать, что выступающие части его находятся непременно в условиях более энергичного снимания материала; отчасти даже наоборот, — легко обнажившись, они совсем перестают шлифоваться; равносильно и особо глубокие впадины не шлифуются, ибо мазь их не скоблит. Итак, в процессе шлифовки мазью мы можем различать две стадии: первая — полезная для дела, при которой пласт мази нигде не нарушен и шлифовка происходит по типу снимания почти ровного слоя с поверхности лишь с некоторым предпочтением для областей выпуклых, и вторая стадия — вредная, до которой нельзя доводить дело, наступающая с того момента, когда выпуклости обнажились и перестали шлифоваться, при чем продолжают шлифоваться более или менее вогнутые области. В виду этого является совершенно необходимым во время шлифования постоянно выравнивать слой притирочной мази.



Фиг. 257.

Рубка металлов зубилом и крейцмейсселем.

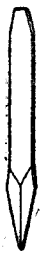
Зубило и крейцмейссель представляют заостренные с одного конца полосы инструментальной стали, приспособленные для срубания металла.

Зубило показано на фиг. 258. Ширина зубильного острия обыкновенно около $^3/_4''$.

Крейцмейссель представляет очень узкое зубило, — около $^1/_4''$ (фиг. 259). Кроме того, встречаются еще крейцмейсселя специальные, например, канавочный. В целях прочности крейцмейссель имеет сравнительно большую толщину на конце.

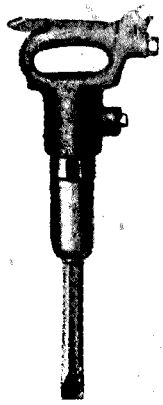
Затачивать зубила, вопреки общему правилу, полагается не против, но по движению камня, ибо все равно в работе острие рубящей кромки не сохраняется вполне, и зубило работает будучи, в сущности, туповатым. Угол заострения берут приблизительно в 70° для рубки чугуна, 60° — для железа и 45° — для меди. На фиг. 260 показаны для сравнения результаты сработки правильно заточенного зубила и заточенного слишком остро. Таким образом выясняется практическая необходимость применения указанных углов заострения.

Фиг. 258.


Фиг. 259.

Фиг. 260.

Работа зубилом и крейцмейсселем вручную производится следующим образом: наставив их острие в то место металлического изделия, которое подлежит обрубке, по заднему торцу их ударяют ручником, благодаря чему и вырубаются слои материала. При работе же пневматической машинкой, так называемым молотом (фиг. 261 и в разрезе фиг. 262) или также электрической машинкой зубило бывает вставлено в патрон и во время действия машинки имеет частые продольно поступательные движения. Удары получаются гораздо слабее, чем при работе «от руки», но вся выгода достигается за счет несравненно большего количества ударов за одно и то же время. Безусловно выгодно для сколько-нибудь значительных рубок прибегнуть к машинке, однако нередко рубят и «от руки».


Фиг. 261.

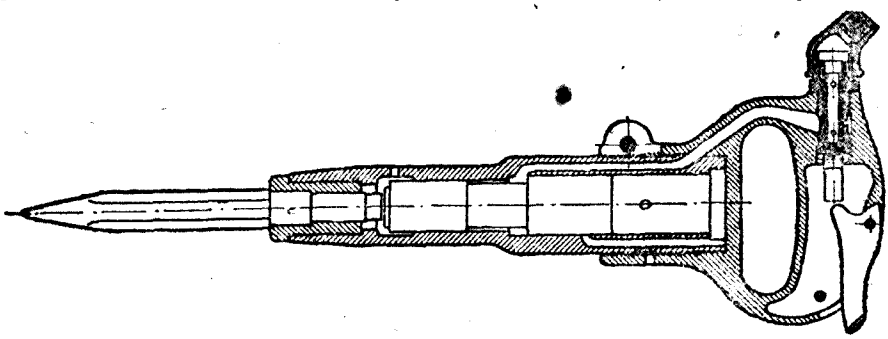
Чем тверже материал, тем, невидимому, круче приходится держать зубило при рубке. Полезно прижимать его к предмету той рукой (левой), которой придерживают. Ударять ручником следует не торопясь и притом каждый раз с одного размаха резким ударом без излишних, ненужных движений.

Главная область применения зубила в сборочной — это рубка и подрубка необработанных «черных» поверхностей. При рубке по чугуну следует помнить, что чугунные отливки часто бывают покрыты с поверхности коркой отбеленного (осталенного) чугуна, который иногда бывает чрезвычайно тверд; поэтому надо стараться возможно меньше работать собственно по поверхности чугуна, но, сразу забрав в глубину, не позволять без необходимости зубилу выходить к поверхности, при чем приходится вообще более или менее напряженно

[1] На фиг. 257 показано, каким образом равномерное снимание материала с поверхности может приводить к выравниванию ее, а именно, снятие последовательно при помощи порошка *a* слоев 1, 2, 3 . . . и т. д. приводит к уничтожению возвышенности на поверхности.

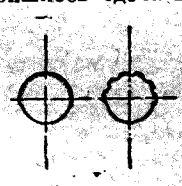
следить за тем, чтобы оно шло ровно. Зубило очень часто применяется еще для подрубания мелких железных полос и проволоки вместо ножовки. Кроме того им подрубают железные листы. Обрубание же небольших металлических пластинок удобно произвести в тисках, зажав их так, чтобы нужно было рубить как-раз у верхнего края захват.

Укажем на один любопытный пример рубки, а именно, рубки большой обработанной поверхности металла. Положим для определенности, что фланцевая поверхность чугунного кронштейна должна быть спилена приблизительно на 3 *мм*; если почему-либо не хотят



Фиг. 262.

отсылать этот кронштейн на станок, то можно срубить плоскость зубилом на 2 — $2^1/_2$ *мм*, а уже далее прибегнуть к опиливанию. Если бы подобную операцию пришлось сделать по железу или стали (что, вообще говоря, весьма невыгодно), то сперва нужно было бы вырубить канавки крейцмейсселем и потом пройти промежутки зубилом. Нередко на сборке приходится работать в весьма неудобном для рубки месте; в таком случае зубило надо брать узкое, ибо таковое требует сравнительно менее значительных ударов, или еще лучше воспользоваться пневматической машинкой, которая не требует столь много места, ибо в работе исключаются размахи ручником.



Фиг. 203.

Крейцмейссель применяется на сборке машин главным образом как вспомогательный инструмент при сверлении и развертывании. Опишем один случай применения крейцмейсселя при развертывании отверстия. Положим, отверстие просверлено неточно и его нужно переместить в сторону при возможно меньшем увеличении диаметра. Если диаметр отверстия достаточно для этого велик, то работу часто оказывается выгодным произвести при помощи крейцмейсселя [1] с последующим прохождением разверткой. Крейцмейсселем рубят вдоль отверстия, при чем получается хороший результат, если канавки вырубать не подряд, а через одну (фиг. 263), и лишь после этого прорубать пропущенные места; этим исключается неудобная в работе наклонность крейцмейсселя сбиваться вбок в соседнюю канавку. Глубину рубки, конечно, надо рассчитать так, чтобы развертка могла уничтожить все следы рубки, при чем оказывается выгоднее, чтобы одна грань острия крейцмейсселя была заточена цилиндрической. Необходимо также прорубить более полуокружности отверстия, ибо только тогда можно быть уверенным, что ось развертывания действительно сместится относительно первоначальной оси. Расположиться в работе следует таким образом, чтобы можно было видеть стружку: ровная стружка доказывает, что рубка ведется хорошо. В виду этого в данной работе рубить удобнее «на себя», чем, как обычно, «от себя»: например, если мы смотрим в данное отверстие сверху вниз, то рубить следует снизу вверх, нанося удары ручником снизу, что само по себе пикаких особых трудностей не представляет.

Что касается значения качества материалов для рубки, то скажем вообще, что удовлетворительно рубятся только хрупкие материалы и притом, конечно, не слишком крепкие. Особенно привычным материалом для рубки является серый мягкий чугун. Отливки на чугуна можно рубить без опасений при толщине $^3/_8$" и более, тонкие же рубят осторожно. Рубка железа, мягкой стали и вообще тягучих материалов неблагоприятна в том отношении, что образовавшаяся стружка выгибается, но не обламывается, сильно препятствуя работе. Тем не менее обрубка стали широко практикуется.

Ручник. Молот. Кувалда.

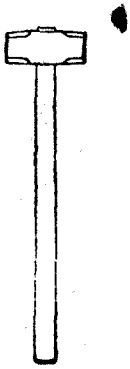
Ручником называют разновидность молотка, показанную на фиг. 264, весом 0,8 — 1,2 *кг*, с рукояткой длиной около 300 — 350 *мм*. Для ручника характерен задний конец *а* его бойка, приспособленный для расклепывания металлов. Применение ручника — общеизвестно. Укажем только, что сравнительно часто в сборочной мастерской ручником пользуются для холодной ковки в тисках концов железных полос, выделывая из них мелкие скобки, хомутики и т. п.

[1] Вместо того, чтобы ее произвести круглым напильником.

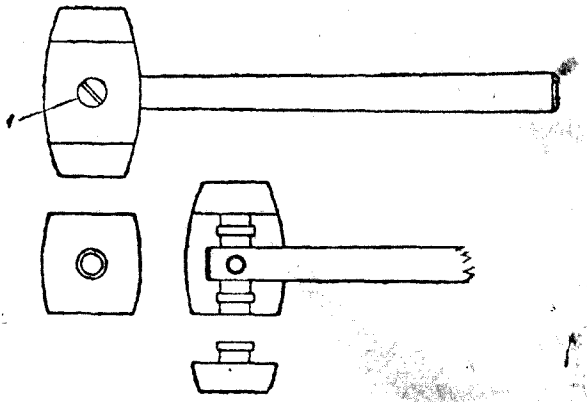
Стальной молот бывает весом от 6 до 10 и более *кг* и с длиной рукоятки около 500 — 750 *мм* (фиг. 265). Его применяют для нанесения самых сильных ударов. Если же требуется несколько смягчить резкость ударов молота, то прибегают к красно-медному стержню, который торцом наставляют в нужное место, а по противоположной стороне стержня ударяют молотком.

Свинцовая кувалда представляет собой свинцовый молоток. Обычно в сборочной имеют два размера свинцовых кувалд: один на $1^1/_2$ — $2^1/_2$ *кг* с рукояткой около 350 — 400 *мм*, другой на 6 — 9 *кг* с рукояткой 500 — 700 *мм*. По внешнему виду кувалда вполне подобна молоту. Она имеет широкое применение для нанесения мягкого и сильного ударов. Например, для пододвигания более или менее тяжелых деталей, для забивания клиньев и т. п. Удар свинцовой кувалды силен и весьма мягок; в случае работы по чугуну и стали

Фиг. 264.



Фиг. 265.



Фиг. 266.

кувалда не оставляет на этих материалах никаких знаков; то же до некоторой степени можно сказать и относительно ударов по бронзе и др. сплавам меди. Итак, следов удара по поверхности этих материалов не получается, но деформации возможны; нужно во всяком случае быть осторожным при нанесении боковых ударов по пластинам или по деталям, имеющим те пли иные выступающие мелкие части, которые могут быть кувалдой искривлены. В противоположность сказанному, обычно не приходится опасаться за пустотелые чугунные отливки и является допустимым наносить значительные удары даже по неукрепленным в отливке ребрами их поверхностям. Что касается столь мягкого материала, как баббит, то даже по нему можно бить свинцовой кувалдой, правда, с осторожностью: например, допустимо наносить не очень сильные удары по середине вкладыша, при заколачивании его на место, при чем получаются иногда лишь слабые следы удара, которые легко устраняются шабрением. Впрочем в данном случае, как и вообще, нужно обращать внимание на то, чтобы бьющая поверхность кувалды была чистая; например, въевшийся в нее обломок твердого металла может совершенно изменить характер работы, по крайней мере в смысле получения знаков от удара на материале.

Кувалда служит очень не долго, ибо свинец быстро разбивается. В таком случае остается только оставшиеся свинцовые куски и обломки использовать для отливки новых кувалд. Во избежание столь легкой разрушаемости кувалд были сделаны предложения применять свинцовые кувалды специальной формы, при которой свинец находится в некоторой железной обойме; точно так же предлагают иногда пользоваться кувалдами из более твердого, чем свинец материала, а именно, из цинка или красной меди.

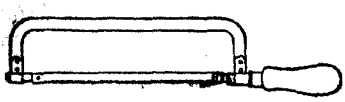
В Америке появились специальные составные молотки-кувалды, являющиеся, повидимому, весьма практичными. В этих молотках применяются сменные бойки, закрепляемые в болванке, устроенной из двух свинчиваемых половин, при чем закрепление последних и всей системы достигается завертыванием всего одного поперечного винта 1 (фиг. 266). К каждому молотку прилагается набор трех бойков: медного, свинцового и из твердой резины.

Ножовка и ножницы для разрезания листового материала и жести.

Ножовка предназначена для разрезания металлических предметов. По внешнему виду (фиг. 267) она несколько похожа на плотничью пилу, уступая впрочем, последней по размерам; полотнище ее, снабженное зубцами, направленными вперед, и имеющее обычно около 300 *мм* длины, натягивается в металлическую рамку (с деревянной рукояткой). «Развод» зубьев па стороны, повидимому, для полотнища ножовки необязателен, хотя и встречаются в применении разведенные полотнища. Во избежание заедания достаточно вести ножовку правильно.[1] Вообще полотнище легко рвется, в особенности, когда приходится

[1] Способ хорошей работы ножовкой заключается в том, чтобы хорошо вела левая рука рабочего, идущая впереди. Неопытный же рабочий обычно всю работу совершает только правой рукой, оставляя левую вполне пассивной; при этом ножовка идет криво и полотнище ее легко рвется.

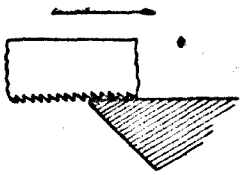
резать острый угол предмета, как показано на фиг. 268 подобный случай имеет место, например, к концу перерезывания труб.[1] Конечно, полотнище ножовки особой ценности само по себе не представляет, тем не менее принято его использовать до конца, а именно: продолжают работу им до полного его разрушения, даже после того, как уже многие зубья и даже целые области его вырваны. Таким образом, работа ножовкой является весьма грубой работой. Ее производят без смазки маслом.



Фиг. 267.

Разрезы листового материала нерационально производить ножовкой или зубилом. Для этого выгоднее применять специальные рычажные ножницы.

Для разрезания же жести пользуются ручными слесарными ножницами.



Фиг. 268.

Плоскогубцы, круглогубцы и острозубцы.

Плоскогубцами называются клещи с плоскостями для захватывания предметов. Обычно плоскогубцы делаются с боковыми кусачками для перерезания проволок. Удобны в работе так называемые американские плоскогубцы, у которых захватывающие плоскости раздвигаются, оставаясь все время друг другу параллельными. Круглогубцами называются клещи с коническими круглыми концами. Они применяются для перегибания проволок. Наконец, острозубцами называются небольшие слесарные клещи обычного образца, имеющие достаточный рычаг для того, чтобы можно было их резцами перерезать проволоку, что и является их главным применением.

Струбцинки.

Струбцинкой называется особая захватка в виде скобки, имеющей винт для поджимания предметов (фиг. 120). Соответственно надобностям, струбцинки бывают тяжелого и легкого образца. Чаще всего пользуются тяжелыми чугунными или отлитыми из стали струбцинками, но также имеют применение и легкие так называемые «американские» струбцинки с ускоренным переводом шпинделя.

Струбцинки применяются для временного взаимного скрепления тех или иных деталей, и прежде всего для укрепления скобы и пера, как описано выше.

При стягивании деталей следует хорошо выбрать место положения струбцинки, чтобы материал деталей по возможности «работал» только на сжатие, без изгиба, ибо в противном случае получается скрепление не надежное и выбкое и представляется некоторая опасность разрушения слабых частей. Правильно же поставленную струбцинку можно подтянуть очень крепко без всяких опасений. В некоторых исключительных случаях, в целях увеличения трения следует подкладывать под струбцинку наждачную бумагу.

Общий порядок постановки струбцинок следующий: сперва укрепляют деталь струбцинкой слабовато, а по достижении, путем нанесения соответствующих ударов кувалдой, вполне целесообразного положения закрепляемой детали струбцинку закрепляют окончательно.

О заточке инструментов.

Для заточки инструментов на сборке главным образом пользуются вращающимся от приводз точильным кругом из природного или искусственного камня.[2] Применяется камень довольно грубый, песчанистый и мягкий по своей консистенции; в виду этого он быстро срабатывается и при том почти всегда неравномерно, вследствие недостаточной однородности; получаются выбоины, канавы и бугры. Таким образом периодически приходится выравнивать его. Для этого существует специальное приспособление, состоящее в следующем: на определенном супорте укрепляется вращающийся диск с острыми краями, сделанный из твердой стали; диск прижимается наискосок, краем к вращающемуся камню, и таким образом, фрикционно сцепляясь, тоже вращается. Действуя давлением острого края, этот диск легко сбивает неровные места камня. Передвигаясь на супорте параллельно оси камая, он снимает с камня концентрические слои.

Все работы по заточке углеродистой стали безусловно необходимо производить при обильной поливке инструмента охлаждающей водой, в противном случае закаленная сталь отпускается. Поливку водой осуществляют либо тем, что камень вращается в корыте с водой,

---

[1] В соответствии с этим при перерезании предметов обычно работу не доводят до конца ножовкой, но, надрезав деталь в достаточной степени, обламывают ее; при чек, попутно, этим достигается некоторая экономия во времени.

[2] Можно с уверенностью сказать, что та незначительная затрата энергии, которая идет на непрерывное вращение круга, с избытком окупается, ибо в общем точить инструменты приходится весьма часто, а при отсутствии привода заточка производится неудобно, медленно и требует для исполнения лишнего рабочего.

либо льют на камень воду струйкой сверху из приспособленной лейки или лучше от водопровода, при чем последний способ имеет за собой некоторые преимущества.

Что касается специальной самозакаливающейся стали, то ее можно точить и на камне, и на наждачном круге, при чем в последнем случае обычно работают без воды: однако и эта сталь отпускается, если она будет доведена до каления. Последнее легко может случиться при неосторожной заточке на наждачном круге. Во избежание этого при заточке «самокалов» их не следует сильно прижимать к наждачному кругу и даже избегать постоянного соприкосновения поверхности инструмента с точильным кругом, при чем нужно периодически обмакивать инструмент в ванночку с водой для охлаждения. Будет еще лучше пустить с медленною скоростью струю охлаждающей воды прямо на передний конец инструмента в то место, где он касается наждачного круга. Вообще приходится констатировать, что, допустив перегрев, сталь легко испортить.

Укажем, что при заточке на наждачном круге углеродистая сталь дает белую искру, а самозакаливающаяся — красную; этим свойством пользуются для распознавания стали инструментов.

Существенно отметить, что для получения хорошей режущей кромки затачиваемого инструмента следует по возможности таким образом устанавливать его при заточке, чтобы камень «шел» против острия.[1] Однако указанное правило, к сожалению, не всегда исполнимо для случая песчаникового камня вследствие некоторой опасности, которую представляет возможность увлечения трением затачиваемого инструмента, в особенности, если в целях удобства поддерживания инструмента заточка его производится в том конце корыта, в котором вращающийся камень «идет вниз» (в корыто) и, стало быть, сорвавшийся инструмент должен устремиться под камень, отчего может произойти опасное заклинивание. Наждачные быстровращающиеся круги наоборот обладают очень слабым увлекающим действием на затачиваемые инструменты, и потому оказывается возможным всегда производить заточку инструментов в более выгодном направлении.

Баббит (белый антифрикционный сплав) и бронза подшипников.

Все ответственные подшипники двигателей Дизеля в подавляющем большинстве случаев имеют баббитовую заливку. Таким образом в отношении ответственных подшипников баббит, как антифрикционный сплав, в значительной степени вытеснил бронзу.

Весьма хороший результат в применении к двигателям Дизеля дает следующий состав шихты баббита без свинца 12% сурьмы (Sb), 7% меди (Cu), 1 — 2% фосфористой меди (CuP) 79 — 80% олова (Sn),[2] близко подходящий к марке Б 1 общесоюзного стандарта ОСТ, которая предусматривает следующий состав: 11 — 12% сурьмы, 5 — 6% меди, остальное — олово, общее количество примесей менее 0,3%, при этом количество каждой примеси в отдельности менее 0,1% за исключением свинца, который может достигать в примеси предельного количества 0,3%.[3]

Всего общесоюзный стандарт ОСТ устанавливает 5 марок баббита: Б1, Б2, Б3, Б4, Б5. Из них упомянутая Б1 выделяется из остальных, как бессвинцовая, марки же Б2, Б3, Б4, Б5 наоборот содержат значительное количество свинца, а именно от 65 до 83%. Марка Б1 по цене самая дорогая.[4]

При плавке баббита не безразлично, в каком порядке присаживать металлы компоненты и какую держать температуру. Таким образом, для правильной его плавки имеются соответствующие специальные предписания, которые, впрочем, мы здесь не приводим.

По своему строению баббиты представляют металлическую пластичную и в то же время до некоторой степени хрупковатую массу с вкрапленными в нее твердыми зернами. Хороший баббит легко шабрится. Преимуществами применения подшипников вкладышей (сталь, чугун, бронза) с заливкой баббитом сравнительно бронзовых являются: уменьшение расходов, легкость смены (в сущности, возобновления), большее удобство при пришабрив-

---

[1] Можно думать, что получаемые таким образом преимущества зависят от неоднородности микроструктуры стали, а именно: заточка инструмента по типу «против движения камня» приводит к тому, что вся более мягкая часть структуры стали выскабливается и на острие обнажаются наиболее твердые кристаллические образования стали, и, наоборот, заточка «по движению камня» приводит к невыгодному заилыванию твердых кристаллов острия мягкими материалами, которые к тому же сами по себе не способны образовывать удовлетворительного заострения, ибо благодаря своей вязкости, оттягиваются в виде легко сминающейся и обламывающейся в работе бахромки; при этом, в целом, мы видим, что даже в лучшем случае, если образование бахромки так или иначе избегнуто, заточка «по движению камня» может нам дать легко притупляющееся острие, тогда как первый указанный способ дает как-раз то, что нужно: обнажившийся твердый материал, вкрапленный в более мягкий и вязкий.

[2] Фёпль, Штромбек, Эберман. — Быстроходные дизеля. 1928 г.

[3] Отметим, что для рамовых подшипников коленчатого вала иногда допускается все же прибавление свинца до 3%.

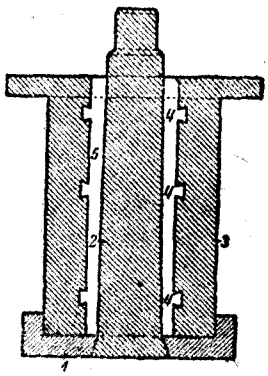
[4] В отношении металла олова наблюдается недостаток его выплавки в мировом масштабе, невидимому, в виду недостаточной добычи руды (оловянного камня).

яии и, наконец, лучшее сохранение шейки вала в случае нагревания. Хорошо закаленный палец при не особенно сильном нагревании, остается неповрежденным, если даже баббит заливки вкладыша и расплавится (температура плавления 235° — 400°), в то время как при нагревании в бронзовом вкладыше палец обычно окисляется и получает царапины.

Представляет большой технический интерес и производственную выгоду способ пригонки баббитовых подшипников «прижиганием» вместо пришабривания, применяемый некоторыми заводами при сборке малых двигателей автомобильного и тракторного типа, но пока не применимый к дизелям, как машинам более крупным и о котором мы упоминаем лишь в предвидении применения способа в отдельных частях дизелей и для характеристики свойств баббитовой заливки.

Вкладыши, в которые заливается баббит, должны быть предварительно хорошо вылужены. [1]

На фиг. 269 мы приводим удобную металлическую форму для осуществления заливки небольшого вкладыша подшипника, выработанную на Ленинградском Металлическом заводе им. тов. Сталина. На эскизе обозначено: *1* — дно, *2* — конический стержень, *3* — вкладыш подшипника, *4* — необходимые внутренние выточки во вкладыше для улучшения держания баббита, *5* — полость (зазор) заливки. Процесс заливки происходит следующим образом: собрав систему, как показано на эскизе, в зазор *5* заливается баббит. После полного охлаждения конический стержень *2* ударом молотка выбивается из подшипника.



Фиг. 269.

Приспособление применимо как для цельного вкладыша, так и состоящего из двух половин, при чем в последнем случае, в целях раздела баббита нужно между двумя половинками проложить какую-либо прокладку, стержень же *2* можно иметь составленным из двух долевых частей, а половинки вкладышей связать или скрепить. Описанное приспособление дает хороший результат. Вообще следует предпочесть заливку в металлической форме заливке, напр., при земляной формовке.

После заливки баббит во вкладышах следует немного проковать ручником и далее передать в расточку на токарном или сверлильно-фрезерном станке.

Что касается применения для вкладышей подшипников бронз, то ныне в дизелях обычно их применяют только в менее ответственных подшипниках сравнительно небольших диаметров: в разного рода подшипниках стоек, балансиров, отдельных приборов и пр. [2] Однако традиционным местом применения сравнительно большого диаметра подшипниковых вкладышей из бронзы является головной (верхний) подшипник шатунов малых и средних двигателей Дизеля, который, впрочем, работает лишь на качание. Преимуществом бронзы является ее медленная снашиваемость, что представляет удобство в применении к частям сравнительно мало доступным и трудно разбираемым.

Стандарт для бронзовых сплавов подшипников еще не существует, но находится в стадии проработки. От сплава требуется прежде всего актифрикционность. [3]

Хороший результат дает сплав: 85% меди (Cu), 12% олова (Sn) и 3% цинка (Zn), [4] а также имеют применение бронзы, содержащие для плотности 3 — 4% свинца.

Пайка. Замечание о паяльных горелках.

При сборке двигателей Дизеля большая часть п а й к и производится желто-медным припоем. Этот припой представляет латунообразный сплав с допускаемым некоторым разнообразием состава; практичен, например, припой следующего состава: 5 частей латуни и 2—5 ч. цинка. Так называемый белый припой составляется из 20 частей латуни, 1 ч. цинка, 4 ч. олова или 3 ч. красной меди, 1 ч. цинка и 1 ч. олова. Белый припой менее прочен, но более легкоплавок, чем желтый. Желтым припоем можно паять железо, сталь, чугун, красную медь, а белым, кроме того, и желтую медь. К числу недостатков желтого припоя следует отнести иногда получающуюся чрезмерную твердость его, вследствие чего при опиливании припаянного места сильно тупятся напильники.

В общем результат пайки припоями вполне удовлетворителен; получается прочное и плотное соединение частей.

Белым и желтым припоями паять очень не трудно. Например, напаивание красномедных шайбочек на концы красномедных же трубок (фиг. 136) производится следующим образом: прежде всего нужно раздать конической шпилькой или развернуть разверткой отверстие шайбочки по концу трубки (работа конической шпилькой идет быстрее); при атом конец трубки опиливают пилой так, чтобы на него можно было довольно туго заколотить

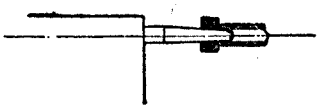
[1] В этом смысле не приемлемо применение для вкладышей, как материала, никелевой стали или алюминиевой бронзы, которые трудно лудятся.

[2] Заметим, что в самых мелких подшипниках и совершенно неответственных нередко обходятся без всяких вкладышей, допустив даже трение стали по стали.

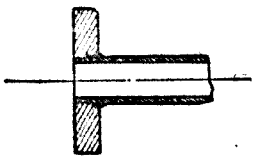
[3] Для весьма малых двигателей, отличающаяся быстроходностью, кроме того, может быть поставлено условие стойкости в отношении соответствующего числа оборотов двигателя в минуту.

[4] Фёппль, Штромбек, Эберман.—Быстроходные дизеля. 1928 г.

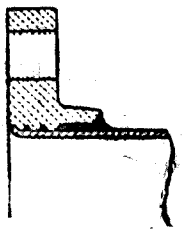
шайбочку; далее, погружают конец трубки с надетой шайбочкой в раскаленные угольи или кокс горна и нагревают до красного каления; благодаря этому будет сожжено на поверхности шайбочки и трубы все масло, которым обычно бывают запачканы почти все предметы в сборочной мастерской и которое вредит пайке; после этого посыпанный на горячую шайбочку припой, состоящий из мелких обломочных стружек сплава указанного состава, перемешанных с приблизительно двукратным или трехкратным по объему количеством буры [1] сразу пристанет к ней; затем, снова вносят трубку концом в раскаленный горн, выбирая место погорячее, при чем, стараются держать трубку таким образом, чтобы слой буры оставался горизонтальным; припойная смесь сперва пучится и происходит известная реакция пере-



Фиг. 270.



Фиг. 271.



Фиг. 272.

хода буры в мета-соль, когда же сплав дойдет до яркого каления, он сразу оседает, становясь прозрачной жидкостью, из которой быстро улетучивается водный окисел буры (без заметного кипения); внимательно уловив надлежащий момент, поспешно вынимают трубку. По существу процесса требуется, чтобы припой был хорошо расплавлен и хорошо затек в места пайки и при этом бура почти вся испарилась; практически, вынимать нужно в то время, пока еще не весь припой расплавился, в расчете на то, чтобы последние кусочки его расплавились уже в самый момент вынимания трубки из горна. [2] Если же почему-либо необходимая пайка не удалась, то следует добавить припойной смеси и повторить операцию проплавления ее.

После производства припаивания остается только подправить шайбочку, закругляя ее пилой. Для этого оказывается удобным поместить трубку на конической шпильке, зажатой в тиски (фиг. 270), и давать трубке некоторое вращение против движения пилы.

Описанная пайка, вообще говоря, не представляет никаких затруднений. Однако бывают и особые более трудные случаи: например, требуется припаять массивный чугунный фланец к тонкостенной красно-медной трубке; в данном случае фланец разогревается медленно, а трубка быстро, и потому очень легко ее прожечь.

В отношении более или менее крупных труб будет лучше, если шайбочку, или также фланец, перед пайкой монтировать на резьбу и раззенковать как показано на фиг. 271, чтобы припой мог легче затечь со стороны припаивания. Наконец, в случае трубопровода высокого давления, вместо указанного простого зенкованиия в целях увеличения прочности припаивания фланца следует применять специальную типовую расточку отверстия фланца с развальцовкой края трубы (фиг. 272).

Заметим, что когда приходится паять железо или сталь, то иногда, в случае полированных поверхностей, припой держится плохо. В таких случаях следует части, которые должны быть спаяны предварительно, тщательно прочистить, смочить и натереть раствором медного купороса. После этого припой пристает заметно лучше.

Далее, можно указать на практикуемые более редко на сборке пайки красной медью, серебряным припоем, оловом «третником» [3] и тинолью.

Олово и тиноль, как известно, не дают особо прочного припаивания, но тем не менее иногда их приходится применять в машиностроении при пайке хотя бы бронзы, свинца и пр.

Пайка оловом общеизвестна, хотя как раз этого рода пайка требует некоторой тщательности и сноровки в работе. Ее производят почти всегда паяльником. [4] Самый обычный способ

---

[1] Присутствие некоторой сырости в буре — полезно. Можно думать, что сырость полезна в том отношении, что облегчает улетучиванпе борной кислоты; возможно также, что вода является источником образовапия восстанавливающего водорода. Во всяком случае бура имеет известное растворяющее действие на окислы металла, тем самым создавая возможность взаимной смачиваемости металлов, что является главнейшим условием всякой пайки; кроме того, конечно, сам по себе слой буры предохраняет металл от непосредственного соприкосновения с воздухом при высокой температуре.

[2] Поспешное выпимание трубки из горна имеет за собой то основание, что расплавленный припой сильно разъедает (растворяет) красную медь и даже может продырявить трубку, если она тонкостенная; кроме того он может легко вытечь; наконец надо помнить, что пайка ведется при температуре вообще вредной для красно-медного изделия, поскольку оно попадает в область окислительной атмосферы.

[3] Сплав олова и свинца.

[4] Паяльник представляет более или менее массивный кусок краевой меди с заострением с одного или обоих концов, надетый на железный прут с деревянной рукояткой.

напайки оловом состоит в следующем. Предметы, подлежащие взаимной спайке, очищаются в местах предположенной пайки и закрепляются один относительно другого (или просто придерживаются в соприкосновении). Затем место припайки протравливается довольно крепкой соляной кислотой, отчасти нейтрализованной металлическим цинком, при чем от протравливания металл просветляется и очищается с поверхности от покрывающей его пленки окислов и грязи; перед самой пайкой можно вытереть протравленную жидкость. Что касается паяльника, то, подчистив его напильником, доводят до чуть заметного каления и проводят им по положенному на стол куску нашатыря. Нашатырь быстро улетучивается, переходя через состояние размягчения. Это очищает поверхность паяльника, и мы видим, прикоснувшись к куску олова еще горячим паяльником, что теперь он хорошо «смачивается» расплавленным оловом, чего не получалось бы, если бы мы не прибегнули к нашатырю. Облудившимся паяльником с висящими на нем каплями расплавленного олова водят по протравленному месту пайки и олово таким образом хорошо «смачивает» протравленную поверхность, что, как сказано, является необходимым условием пайки.

Фиг. 273.

Протраву и нашатырь можно заменить одной канифолью или стеарином, но результат при этом получается значительно хуже.

Описанный наиболее распространенный способ пайки оловом вполне удовлетворителен, но не является наилучшим.

Самое лучшее сперва вылудить поверхности пайки, а потом уже паять. [1] Этот прием иногда бывает даже необходимым: например, требуется впаять трубку или стержень во втулку. Ясно, что паяльник в этом случае бесполезен и следует густо вылудить обе поверхности прикосновения и потом осуществить прицанвание просто путем вкладывания детали в нагретом состоянии, при чем для нагревания можно прибегнуть к паяльной горелке.

Главным недостатком приемов пайки оловом является их относительная сложность. В виду этого обстоятельства имеет некоторое применение тиноль, которым паять гораздо проще.

Тиноль продается в виде серой мази, приготовленной из порошка некоторого оловянного сплава, нашатыря и т. п. Этой мазью приходится намазывать место пайки, затем, так или иначе прогревать его, напр., путем прикосновения облуженным [2] паяльником; этим в сущности и ограничивается процесс пайки; следовательно, никакой протравы, как отдельной операции, не требуется и даже предварительная очистка места пайки может быть выполнена лишь в самой слабой степени. Тиноль является весьма совершенным припоем, но она дорога и поэтому более всего пригодна для работ по самому мелкому ремонту, к тому же она елнпом легкоплавка, что не всегда допустимо в машиностроении.

Во многих случаях пайки необходимое прогревание частей достигается при помощи паяльных горелок: бывает, например, что положить предмет в горн является слишком затруднительным или даже совсем невозможным; тогда вполне удобно воспользоваться паяльной горелкой.

Для получения надлежащего действия горелки нужно уметь поддерживать в ней горячее бесцветное пламя. В виду постоянно наблюдающегося неумения пользоваться горелками, мы дадим некоторые сведения об этом предмете.

Паяльные горелки (фиг. 273) по сжигаемому в них горючему разделяются на «бензиновки», «керосиновки», нефтяные, газовые и пр. Наиболее распространены, невидимому, керосиновые. Указанные виды горючего, в противоположность, например, винному спирту, будучи зажжены на воздухе, горят светящимся пламенем, имеющим малую нагревательную способность. Более интенсивное горение несветящимся пламенем получается в описываемых горелках, в сущности, при использовании принципа известной горелки Бунзена, при чем жидкое топливо предварительно должно быть обращено в парообразное состояние. По изобретению Бунзена, горючий газ или пар, поступая под небольшим давлением в сопло, по пути увлекает с собой воздух, засосав его через специальные окна. Полученная смесь оказывается способной гореть бесцветным горячим пламенем, характеризующим полное сгорание.

Для обращения керосина и нефти в парообразное состояние применяется подогревание. Соответственно этому горелки бывают сконструированы таким образом, чтобы образующееся пламя само подогревало на своем пути некоторый испарительный змеевик, по которому

---

[1] Полуду оловом можно производить одним из следующих способов: хорошо очищенный предмет нагревают до степени температуры плавления олова и, затем, обсыпав нашатырем или еще лучше хлористым цинк-аммонием, обливают по капляч расплавленным оловом, растирая последнее паклей. Если же само нагревание предмета достаточно удобно производить непрерывно, то проще будет прибегнуть к неносредственяому натиранию его куском олова, которое от сопрпкосновепия с горячим предметом будет расплавляться и покрывать поверхность. Другой способ полуды состоит в том, что, подчистив, протравив, вымыв и высушив поверхность предмета, погружают его в расплавленное олово, покрытое сверху хлористым цинком или толстым слоем сала.

[2] Полуда тинолем паяльника производится простым погружением его в нагретом состоянии в нее.

течет свежее горючее. Кроме того оно отчасти испаряется на заложенном в горелку пучке фитилей. Для зажигания горелки нужно сперва прогреть змеевик при помощи спиртового пламени, зажженного в специальной чашечке под ним, при чем предварительно форсуночное отверстие должно быть прочищено специальной иголкой и закрыто вентилем. Является существенным применить для подогревания именно спирт, как некоптящее горючее, ибо коптящее может засорить форсуночное отверстие и, кроме того, осуществляет разогревание слишком долго. В резервуаре горючего при помощи особого нагнетательного насоса создают давление воздуха в 2 — 3 атмосферы, каковое в дальнейшем поддерживается само собой за счет обильного испарения горючего, не успевающего сразу выйти через форсунку. Когда змеевик хорошо прогрет, можно открыть вентиль и горелка тотчас даст горячий язык бесцветного, сильно шумящего пламени. Шум должен быть сплошной, т.-е. не прерывистый. Особое внимание нужно обратить на надлежащее разогревание змеевика, — в некоторых случаях, например, на ветру приходится для этого даже во второй раз наливать спирт. Только тогда, когда змеевик хорошо разогрелся, можно открыть форсунку, — в этом, в сущности, и заключается основное правило хорошей работы горелки. Заметим, что если форсунка открыта раньше, чем выгорел весь спирт, то первое время пламя горелки страдает от некоторого недостатка свежего воздуха. Это обстоятельство надо учесть и компенсировать в больших горелках путем открывания на время дополнительных окон для доступа усиленных порций воздуха. Большинство работающих открывают форсунку слишком рано в ложной надежде, что вспыхнувшее пламя ускорит прогревание змеевика. На самом же деле получается обратное: холодная жидкость, протекая по змеевику, сильно его охлаждает и вследствие этого вскоре она начинает струиться в жидком виде из форсунки, давая при горении коптящее пламя или погасив горелку вовсе: при этом появляются в большом количестве облака паров керосина. Не говоря уже о пожарной опасности бьющего из форсунки горящего фонтана, указанная неправильность тотчас за собой влечет и другую, а именно: коптящее пламя быстро засоряет форсунку. Во время горения горелки приходится периодически производить прочистку иглой форсуночного отверстия, при этом о результате работы судят по звуку пламени и его внешнему виду. Как видно из данного описания, керосиновые и нефтяные горелки весьма чувствительны к охлаждению, и их горение является устойчивым до тех нор, пока они хорошо разогреты. Поэтому, если даже горелка зажжена правильно, следует немного подождать приступать к работе с ней и выждать хотя бы до тех пор, пока не раскалится докрасна кончик ее, в противном случае горелка, случайно охладившись [1] от тех пли иных причин в работе, может притти в только что описанное состояние, когда она, если можно так выразиться, начинает тушить сама себя. Точно также, если почему либо «керосиновка» потухла, то ее нужно, не теряя времени, зажечь снова, иначе очень быстро наступит охлаждение продолжающимся током горючего материала по змеевику и горелка придет в описанное «критическое» состояние, из которого ее можно будет вывести только путем заправки заново при подогревании змеевика спиртовым пламенем. Для того чтобы потушить «керосиновку» или нефтяную горелку, нужно закрыть вентили; при желании, кроме того можно выпустить сжатый воздух из резервуара.

Некоторые типы нефтяных горелок вполне подобны керосиновым, но встречаются и специальные типы, у которых воздух для горения подается из бомбы.

«Бензиновки», вообще менее капризны вследствие большей летучести бензина. По этой причине в их конструкции допущены некоторые упрощения: змеевик менее развит и является менее обособленным от остальных частей, а нередко и совсем отсутствует, ибо для испарения бензина достаточно самое легкое нагревание и парообразование может происходить вполне исправно, просто на фитиле, если он расположен недалеко от пламени горелки. Зажигается «бензиновка», как и «керосиновка», при помощи предварительного прогревания спиртовым пламенем ее наконечника, находящегося перед форсункой.

Следствием указанного упрощения конструкции является следующая особенность «бензиновки», которую надо признать за недостаток: стоит только взболтнуть «бензиновку», как подступивший холодный бензин в то место, где он должен испаряться, прекратит испарение и горелка потухнет; равносильно «бензиновка» плохо горит при положении «вниз головой»; этим свойством пользуются, чтобы потушить горелку, если она не имеет по конструкции запирающего вентиля. Итак, «бензиновки» являются чувствительными к своему положению, при чем они лучше всего горят, если область испарения бензина располагается наверху.

О кузнице сборочной мастерской и о обращении с кузнечным горном.

На сборке дизелей кузнечные горны имеют главное применение для разогревания и гнутия разных труб, для пайки соединений трубопровода и в меньшей степени собственно для кузнечных работ. Последние работы, в сущности, следует причислять к случайным работам сборочной мастерской. Целесообразно иметь горна для древесного или кузнечного угля с одной стороны и кокса — с другой. Вентиляция вытяжными трубами при горнах должна быть достаточно интенсивная. В оборудовании кузницы, кроме постоянных горнов, следует, на всякий случай, иметь хотя бы одно переносное горно.

---

[1] Не говоря уже о сквозняках воздуха, само приближение к нагреваемому, вначале холодному предмету способно несколько охлаждать ее.

Далее, в оборудование кузницы входят наковальни па 50—75 *кг* ящики железные для угля, снабженные совками, корыто для воды, стуловые тиски с длиной губок ок. 150 *мм*, верстаки с ящиками и полками и необходимый набор кузнечного инструмента: кувалды, молотки, гладилки, обжимки, зубила, бородки, клещи и пр.

Специальное оборудование кузницы сборочной мастерской составляют разного рода приспособления для гнутня труб. [1]

Далее мы даем некоторые сведения из практики обращения с горнами для твердого топлива.

Кузпечный горн представляет род чаши (котлована), предназначенной для сжигания топлива и сделанной из железа или выложенной из кирпича, в которую заваливается кусками твердое топливо, подвергающееся дутью воздуха из форсунки сбоку или снизу.

Способ обращения с горном, а также его тип и применимость к тем или иным работам зависят в значительной мере от того топлива, на которое он рассчитан. Кузнечные горны твердого топлива работают па древесном угле, кузнечном каменном угле и на коксе. Древесно-угольная и коксовая топки являются крайними типами, а кузнечно-угольная промежуточной.

Общий и главнейший недостаток всех небольших горнов с твердым топливом это неравномерность получающейся в них температуры. Особенно в этом отношении не выгоден древесно-угольный горн, который вообще самый неприятный в работе из горн, к тому же недешевый. Второй крупный недостаток таких горнов представляет окисляющее и охлаждающее влияние подаваемого воздуха вблизи сопла.

Рекомендуется все работы по разогреванию стали и железа производить на древесном или кузнечном углях и во всяком случае не па коксе, чтобы не портить материала серой, содержащейся в заметном проценте в коксе.

Для древесного угля, как горючего, характерна его легкая разрушаемость, быстрое сгорание, сопровождаемое беспокойным потрескиванием и многочисленными искрами, впрочем мало опасными. Он не выносит сильного дутья и в связи с слишком быстрым разрушением и небольшой плотностью не дает высокой температуры и, главное, не успевает до своего разрушения образовать достаточно обильную кучу раскаленных углей: в сущности, всегда получается большая область окисляющего и мало нагретого воздуха вблизи сопла при незначительной зоне наиболее раскаленных углей, так что разогреть сколько-нибудь крупный предмет на древесно-угольном горне затруднительно. По этим причинам древесно-угольному горну более свойственно положение сопла (или отверстия отростка, откуда производят дутье воздуха) сбоку. Сам же горн часто бывает сделан в виде железной коробки.

Зажечь древесно-угольный горн можно пучком горящих щепок, но еще удобнее будет воспользоваться в качестве растопки старой тряпкой, смоченной керосином, зарыв ее в уголья вблизи сопла. Начинают работу со слабого дутья. Зажигать горн приходится далеко не каждый раз, ибо, однажды зажженный, он может быть сохраняем горячим в течение значительных перерывов работы, если дутье будет временно прекращено, при чем неостывшие уголья легко разгораются, когда вновь будет пущен в сопло воздух. Если желательно, чтобы угли не погасли особенно долго, то можно предложить засыпать их сверху порцией свежих углей.

При работе с древесно-угольным горном, вообще говоря, нужно уметь получать хорошую большую кучу раскаленных углей, для чего требуется некоторая сноровка. Для получения этого, прежде всего, угли нужно брать с известным выбором, величиной с куриное яйцо или немного менее. Мелочь безусловно никакой пользы не приносит — она либо глушит горн, либо наоборот, сгорает слишком быстро, а, главное, летит, потому что не выносит достаточно большого дутья; она определенно вредна своим свойством заглушать все выходы, при чем, если напором дутья газы вырвутся где-нибудь, то здесь сейчас же возникает широкий (и бесполезный) кратер, а кругом будет глухо и холодно. Таким образом, мы устанавливаем правило, что мелочи совсем не следует подсыпать. Слишком большие куски угля также пользы принести не могут, так как раскаленная поверхность больших углей слишком мала относительно их объема и занимаемого места, а, кроме того, практически, куча из больших углей легко разворачивается и в нее невозможно зарыть, например, хотя бы большую газовую трубу, ибо образуются слишком широкие проходы и происходит значительная потерн теплоты через лучеиспускание.

Когда горн разогрет, насыпают сразу большую кучу углей и пускают сильное дутье. Затем угли несколько раз перегребают кочергой, очевидно, с тою целью, чтобы обменять местами раскаленные и еще непрогретые угли и в то же время не допускать образованин широких кратеров выходящего газа. Таким образом скоро может быть получена большая куча раскаленных углей.

Указанный прием разогревания горна общепринятый; в нем характерны засыпка сразу большого количества горючего, максимальное дутье [2] и перегребание углей, для чего пользуются кочергой.

---

[1] Кроме того при кузнице может быть ацетилено-кислородно сварочная установка с соответствующим снабжением и устройства для производства баббитовой заливки подшипников.

[2] Ясно, что максимальное дутье оттого й возможно, что сразу засыпано много материала и у сопла уголь находится под некоторым статическим давлением лежащих сверху кусков, отчего и не разлетается.

Можно предложить еще и другой способ подготовить для работы горн, т.-е. получить опять же большую кучу раскаленных углей. Насыпают сравнительно немного углей и дают наибольшее возможное дутье, которое, впрочем, не может быть столь большим, как в предыдущем способе; при этом можно сейчас же приступить к разогреванию тех или иных мелких предметов. Рабочему нужно так расположиться, чтобы, не прерывая работы, он одной рукой мог доставать уголь из угольного ящика. Перегребать угли при этом способе совсем не приходится, но нужно непрерывно и методично во все время работы забрасывать по 2 — 3 уголька в те места, которые жарче, т.-е. в образующиеся кратеры, чтобы предупредить возникновение значительной потери тепла через лучеиспускание и слишком быструю утечку горячих газов через кратеры. Таким способом можно получить кучу любого размера и хорошо раскаленных углей. Если куча требуется очень большая, то следует несколько усиливать дутье воздуха по мере роста ее. Таким образом, для приведенного второго способа подготовки горна характерны тщательное и непрерывное укладывание угольков при отсутствии перегревания и возможность начать работу разогревания деталей с самого начала.

Работа разогревания предметов в горне производится путем зарывания их в кучу раскаленных углей, при чем следует немного ослабить дутье и вообще разогреваемые предметы не ставить слишком близко от сопла.

Кузнечно-каменноугольный горн похож в работе на древесноугольный и часто он по конструкции бывает совершенно подобным ему. Его следует применять для собственно кузнечных работ.

Коксовый горн имеет много преимуществ вследствие выгодных качеств кокса, как горючего. Кокс выгорает сравнительно медленно и не разрушается так быстро, как уголь; поэтому можно вести работы на более сильном дутье, при чем получить хорошую, полную кучу ровно раскаленного кокса никаких затруднений не представляет. Температура в коксовом горне выше, чем в древесно-угольном и кузнечно-угольном горнах. В виду указанных особенностей работы на коксе, а именно, в виду возможности применения сильного дутья и легкости получения значительного объема раскаленного кокса, для коксового горна более естественно положение сопла снизу котлована горна. Заметим, что таковое положение сопла, как симметрическое, вообще говоря, является желательным.

К недостаткам коксового горна нужно отнести сравнительную медленность его разогревания. Вследствие разъедающего действия на железо содержащейся в коксе в заметном количестве серы, а также вследствие высокой температуры, коксовый горн часто делается в виде кирпичной кладки. По той же причине не следует на коксе греть тонкие железные предметы хотя, конечно, допустимо прогревать, например, достаточно толстые железные или чугунные фланцы. Вообще же на коксе ведут крупные работы по меди.

Отметим в заключение, что все горны обязательно должны быть установлены под вытяжкой.

Гнутие труб.

По местным условиям конструкции трубы двигателя Дизеля почти всегда бывают в той или иной мере изогнутыми. В случае сложных изгибов следует прежде всего наготовить шаблон в виде прутка не 4 — 6 *мм* железной проволоки, изогнув последнюю в соответствии с осевой линией изготовляемой трубы.

Можно указать сравнительно много различных приемов гнутия труб.

По способу производства работ мы разделим всевозможные трубы на три группы: 1) толстостенные трубы крупного и среднего диаметра (а также, так называемые, газовые трубы небольших диаметров); 2) тонкостенные трубы; 3) трубы малого диаметра.

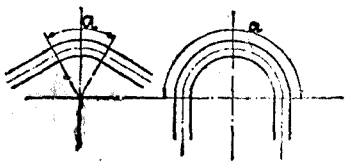
Трубами крупного диаметра мы называем трубы диаметром примерно более 70 *мм*, средними — от 15 до 70 *мм*, малыми — менее 15 *мм*, считая в данном случае для всех по внешнему диаметру.

В смысле гнутия материалы мягкое железо и медь обладают до некоторой степени противоположными друг другу свойствами: хорошо отожженное железо, однажды подавшись в определенном месте, тем легче (правда до известных пределов) подастся дальше в том же месте;[1] это способствует выгнутию под углом и, следовательно, неблагоприятно для образования плавного выгиба. Красная медь (а в некоторой степени и желтая) обладает как раз противоположным свойством, — отожженная медь очень мягка, но быстро отвердевает с началом деформации; стало быть, то место, которое почему-либо подалось усилиям раньше других, сделается твердым также раньше и тем предоставит возможность гнуться остальным областям; это способствует гнутию меди по плавной дуге. Тем не менее само по себе свойство меди твердеть от деформация весьма неприятно в работе, и, случается, что иногда приходится неоднократно отжигать трубку прежде чем она будет выгнута, как требуется. Желтая медь, обычно практически, в смысле гнутия оказывается как бы промежуточным материалом между железом и красной медью.

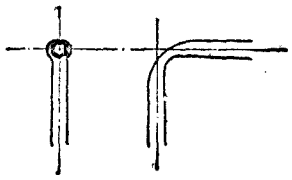
Гнутие газовых труб и прочих, включенных в первую группу, приходятся производить в раскаленном докрасна состоянии; а холодном же состоянии без специального приспособления можно допустить лишь ничтожную подправку их, ибо, во-первых, при гнутии в холодном виде толстой трубы она легко повреждается (например, газовая — лопаются по продольному слою), во-вторых, для этого требуются весьма большие усилия.

[1] Более жесткое железо и сталь не имеют этой особенности.

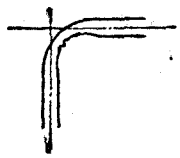
Определив необходимое выгнутие трубы, прежде всего намечают мелом места изгибов. Затем, отмеченное место разогревают на горне, закопав в раскаленные угольи или кокс, и для равномерности нагревания время от времени поворачивают трубу вокруг оси. Таким образом нужно довести трубу в месте предполагаемого изгиба до равномерного красного каления и даже иногда до оранжевого, если она стальная или железная, при чем наша отметка мелом на раскаленной поверхности будет видна в виде пояска кажущихся черными крупинок прилипшего мела. Затем, не теряя времени, нужно приступить к гнутию. Для получения изгибов приблизительно одинакового и при том желаемого радиуса следует раскалить трубу на определенном протяжении, считая длину нагрева приблизительно пропорциональной величине угла загиба α (фиг. 274); что касается до порядка величины указанного протяжения, то для примера укажем, что для $^3/_4$ " газовой трубы можно считать в среднем за норму — приблизительно 12 *см* (по 6 *см* в каждую сторону от средней отметки мелом). Ясно, что в горне бывает трудновато нагреть трубу точно на желаемом протяжении; в виду этого раскаляют



Фиг. 274.



Фиг. 275.



Фиг. 276.

несколько большую часть, чем нужно, и потом, смачивая водой при помощи мокрой тряпки, избыток раскаленной области охлаждают, до отсутствия каления. После этого быстро переносят трубу на тиски и слабо зажимают раскаленную область таким образом, чтобы плоскость требуемого изгиба была бы параллельна рабочим плоскостям захваток (губок), т.-е. вертикальна. Взявшись затем за оба конца трубы, поднимают их наверх и таким образом выгибают ее. Если концы слишком коротки, чтобы за них взяться, то при изгибании труб в их концы можно всунуть ломы.

Вообще трубы всех сортов при изгибании имеют наклонность выпучиваться в бока за счет сплющивания в плоскости изгиба (фиг. 275). Это явление начинается с самого начала изгибания, но после определенного загиба сразу сильно проявляется, переходя в уродливое складкообразное смятие трубы (фиг. 276), при чем это смятие наступает тем раньше, чем тонкостеннее труба, чем жестче она и чем менее нагрет материал. Случившееся смятие до некоторой степени исправляют выгибанием трубы немного в обратную сторону, но надо вообще заметить, что не существует рационального ручного способа для исправления смятых труб. [1]

Описанный способ гнутия труб прост, хорош и рационален по существу, ибо не позволяет образоваться указанному вредному выпучиванию, и, соответственно, парализует и сплющивание, но он имеет тот недостаток, что в большинстве случаев требует для исполнения не менее двух рабочих и потому обычно им пользуются только для гнутия крупных труб. Этот способ позволяет иногда сразу благополучно согнуть трубу на угол до 90°.

Часто применяют другой по существу не рациональный способ, который зато требует только одного рабочего. Раскаленную по вышеизложенному способу трубу зажимают в тиски холодным местом по близости от раскаленного, притом так, чтобы плоскость предполагаемого изгиба была перпендикулярна плоскости губок тисков, т.-е. например, горизонтальна; затем, гнут трубу в горизонтальной плоскости до тех пор, пока это возможно и пока она еще не начнет обезображиваться наступающим смятием; тогда быстро переставляют ее на тисках, зажимая, как указано для первого, рационального приема; тисками обжимают выпучивающиеся бока еще раскаленной трубы, доводя ее до круглого сечения. [2] Если полученный таким образом изгиб еще недостаточен, то снова разогревают и повторяют все описанные манипуляции. При быстрой работе можно гнуть и обжимать по несколько раз подряд, не прибегая к промежуточному разогреванию. Обычно указанный второй способ позволяет согнуть трубу приблизительно лишь на 30° с одного нагрева.

Для пользы дела, во время изгибания принято поддерживать трубу чистой, постоянно соскабливая образующую окалину деревяшкой. Это имеет за собой более или менее серьезные основания. Дело в том, что окалина может легко замаскировать начало смятия трубы; в то же время, возможно, что она вредит и сама по себе, ибо разбивается на части трещинами и, следовательно, вызывает неравномерное охлаждение трубы через них, что неблагоприятно для правильного изгибания трубы; наконец, не исключается также и ее-

[1] Приблизительными нормами гнутия труб можно считать следующие: при выгнутии на угол до 70° радиус изгиба должен быть не меньше 2—4 внешних диаметров трубы, а при изгибе на углы большие 70° — не меньше 6—8 диаметров. Впрочем, по содержания настоящей главы, в виду разнообразия свойств труб и условий гнутия, следует все же полагать, что приведенные грубые нормы гнутия нельзя считать исчерпывающими.

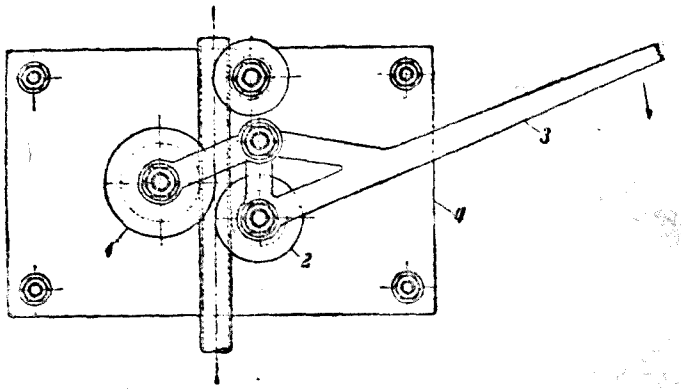
[2] Доводить поперечное сечение до противоположного, овального, также является невыгодным, ибо в таком случае в дальнейшей работе на трубе могут легко возникнуть нежелательные складки.

посредственное участие окалины (в наших условиях растрескавшейся) в механическом сопротивлении раскаленной трубы, ибо окалина на внешней поверхности значительно холоднее самого тела трубы, и, следовательно, может иметь сравнимую с материалом трубы упругость. Вообще, думается, достаточно незначительного неравенства сил и упругих свойств, чтобы вызвать неровный изгиб, ибо здесь мы имеем дело с неупругими деформациями.

Газовые трубы особо крупного диаметра должны быть отнесены к числу тонкостенных труб и, соответственно, вероятность смятия при сгибании их сильно возрастает. Для гнутия их можно прибегнуть к способу «с песком» (сухой песок) и также «с канифолью» или во избежание большой потери времени на набивание песка и заливку канифоли, воспользоваться способом работы «на шарах» или «с пружиной».[1]

Впрочем, дальнейшая практика показала, что способ «на шарах» нельзя считать особенно удачным. Скорее шары применимы лишь для проверки внутренней полости уже выгнутых труб.

Особо крупные трубы изгибают на деревянных «кругляшах», т.-е. козлах, имеющих скругленный сверху главный брус, поперек которого укладывается изгибаемая труба. Боковое обжимание крупных труб производится под прессом.



Фиг. 277.

Невыгоды горячего процесса изгибания труб с производственной точки зрения довольно значительны, а кроме того, например, водопроводные трубы, оцинкованные внутри, нельзя вообще нагревать без порчи их при этом. Таким образом, является весьма целесообразным прибегать для гнутия газовых труб к специальным приспособлениям, которые допускают работу гнутия труб в холодном состоянии. Одно из таких приспособлений выпущено в продажу германской фирмой Emil Frolich. Затем на Пресненском механическом заводе в Москве также введено в практику аналогичное приспособление. Все приспособления этого рода сводятся к системе роликов с проточенными канавками (фиг. 277), при чем канавки рассчитаны таким образом, что при сдвигании роликов до отказа между ними остается просвет, отвечающий площади поперечного сечения трубы. В приспособлении, в целях его использования для труб различных диаметров применяются сменные наборы роликов. Ролик *1* вращается на своей закрепленной на плите оси, а ролик *2* рычагом *3* доводится до ролика *1* и может по нему кататься. Изгибаемая труба прикладывается к ролику *1*, один из ее концов так или иначе закрепляется, а затем она прокатывается роликом *2* при помощи поворачивания ручного рычага *3* по стрелке.

Приспособление не требует какого-либо заполнения внутренней полости труб, но, повидимому, хорошо применимо, главным образом, для газовых труб лишь небольших диаметров (около 1″ и меньше) и требует, чтобы материал труб и их сварка были достаточно доброкачественными. Результат работы приспособления в отношении внешнего вида получающейся гнутой трубы вполне удовлетворительный.

Гнутие тонкостенных труб производится вхолодную, при чем совершенно необходимо, чтобы материал был достаточно пластичен; таким образом трубы нужно предварительно отжечь, если материал их несколько жесткий. Медные трубы, вследствие указанного свойства меди затвердевать от деформации, всегда после своей выработки оказываются жесткими. В таком случае, нарезав трубу на нужные отрезки ножовкой, разогревают их до красного или лучше до темно-красного каления[2] на горне и дают охладиться на воздухе. Длинную трубку можно медленно подвигать сквозь раскаленные уголья горна, чтобы каждое место ее претерпело темно-красное каление. Особенно сильный отжиг красномедиой трубы получается, если ее сразу охладить водой, — «замочить», т.-е. в раскаленном виде погрузить в воду, при этом медь получается крайне мягкой. Между прочим, от подобной «закалки» медная окалина с треском лопается и отскакивает; труба получается сразу чистой.

[1] См. Бершадский. Техника ремонтно-монтажного дела.

[2] Ярко-красное каление вредит красной меди, вызывая некоторую хрупкость. Для желтой же меди оно недопустимо уже вследствие ее относительной легкоплавкости.

Отжигание железа и стали общеизвестно, но, впрочем, в сборочной обычно производить его не приходится, ибо эти трубы изготовляются достаточно мягкими.

Все способы гнутия тонкостенных труб основаны на том, что внутренность труб чем-нибудь заполняют. Хороший результат получается, если наполнить трубу расплавленной канифолью; точно так же нередко применяют заполнение сухим песком. Способ «с канифолью» состоит в следующем: поставив ведерко с канифолью прямо на угли горна, расплавляют в нем ее; если же при этом канифоль случайно загорится, то, сняв ведерко с горна, покрывают его плотно тряпкой, отчего пламя гаснет; заткнув один конец трубки деревяшкой или просто бумагой, с другого наливают ковшиком расплавленную канифоль; понятно, что, если трубка сравнительно малого диаметра или не очень тонкостенная, словом, если имеется основание думать, что канифоль будет остывать слишком быстро, плохо заливая внутреннюю полость, то нужно предварительно немного подогреть трубку; канифоль вообще очень скоро застывает в трубке, давая значительную усадку, видную по образующемуся воронкообразному ходу по оси трубки, но во всяком случае достигается главное — она достаточно плотно прилегает к стенкам трубки; в целях экономии времени как заливание трубок, так и выплавление канифоли из них, следует производить не в одиночку, но непременно сериями. Залитую трубу гнут совершенно примитивно в холодном состоянии с отвердевшей канифолью, как прут,[1] причем допускается гнуть в тисках горизонтально, т.-е. в плоскости перпендикулярной к «рабочим» плоскостям губок; впрочем, во избежание обминания красно-медных труб, нужно поставить в тиски дополнительные свинцовые губки; свинец губок разгибается раструбом, что способствует правильному гнутию труб. Медные трубки надо сразу выгибать правильно, предусматривая отвердевание материала от произведенной деформации; отжигать же в течение работы нельзя, вследствие присутствия канифоли. После надлежащего выгнутии остается только выплавить из трубок канифоль прогреванием трубки на горне или при помощи паяльной горелки. Расплавляющуюся канифоль сливают обратно в ведро. Незначительное количество канифоли после выплавления все же остается на стенках трубки; этим обычно пренебрегают, но лучше ее выстукать, выскоблить и вытрясти, словом устранить по крайней мере для случая масляного трубопровода, ибо смолистые вещества вредят смазке.

При работе гнутия «с песком», т.-е. гнутия трубок, заполненных песком, результат получается приблизительно такой же. Песок необходимо брать совершенно сухой; он должен быть в трубке плотно утрамбован и с концов плотно забит деревянными пробками.

Гнутие трубок малого диаметра почти всегда производится в холодном состоянии, без заполнения внутренней полости чем бы то ни было. Дело в том, что трубки малого диаметра бывают обычно относительно толстостенны. Является желательным их предварительный отжиг, от чего выигрывает качество работы, а также достигается более быстрое исполнение. Можно предложить отжигать медные трубки небольшого диаметра прямо в виде круглых мотков, положив таковые в гори.

Выгибание же трубок производится непосредственно руками, при оппрании на большой палец руки; опять же и в этом случае необходимо гнуть сразу правильно, ибо уже после одного изгиба медь трубки сильно затвердевает, затрудняя дальнейшую работу; таким образом, в случае неудачного выгиба остается только снова прибегнуть к отжигу.

Если трубка при изгибании помята, то, как уже указывалось, не имеется хорошего способа выровнять ее. Однако иногда стараются выровнять складки, ударяя должным образом деревянным мушкелем (молотком) по положенной на деревянную доску трубке. Это простукивание требует затраты большого количества времени, а результат нередко бывает не совсем удачным. Для меди можно добиться сносных результатов только при условии, если простукивание сопровождать периодическим отжиганием.

Выгнутые медные трубы следует почистить наждачной бумагой.

О стропе (канате) крана.

В практике сборки машин для поднимания тяжестей главным образом пользуются пеньковыми канатами.[2]

Необходимая толщина каната подбирается на-глаз, при чем принимается во внимание степень изношенности его. Повидимому, допускают нагрузку 20 — 30 *кг* на каждый квадратный сантиметр поперечного сечения. Перед употреблением, во всяком случае, следует осмотреть канат для выяснения, не имеется ли сильно стертых мест, где он может легко оборваться. Для удобства захватывания канатом предметов обычно применяют канат, срошенный в виде кольца, что и называется стропом. На фиг. 278 показано, каким образом кольцо каната перекидывается через гак крана, при этом получается возможность образовавшимися двумя висячими петлями захватывать предмет либо просто, либо, завернув концы мертвыми петлями, как видно на фиг. 77. На фигуре же 11 видно, как концы стропа заведены вокруг изделия и накинуты своими петлями на гак крана. Возможно, что этот способ в применении является наиболее удобным. Далее, на фиг. 88 видно, что для поднимания предмета приспособлена некоторая деревянная болванка. Способ накидывания стропа на гак по фиг. 279 примененный в данном случае, используется, вообще говоря, реже, чем по фиг. 278.

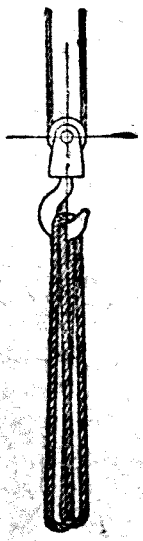
[1] Представляя непластичное тело, канифоль при гнутии трубы крошится с характерным поскрипыванием.

[2] В крановом же устройстве применяются стальные гибкие тросы, а в талях — цепи.

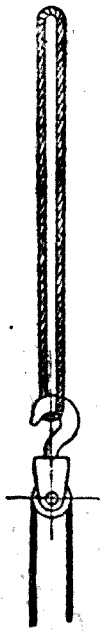
На фиг. 280 показан способ завязывания на гаке одиночного конца троса, при чем если оконечность 1 привязать ниже гака к тросу бечевкой или проволокой, то завязывание получается особенно надежным. Способ завязывания по фиг. 280 (без дополнительного привязывания бечевкой) может с выгодой употребляться, когда требуется быстрое укорачивание троса (например, при подъеме изделий талями).

Укажем еще в дополнение к способу фиг. 100 на способ фиг. 281 захватывания вала для продольной тяги с помощью узла — «удавки» и одного дополнительного простого обхвата, а также на способ фиг. 282 захватывания вала для поперечной тяги с помощью одного узла «удавки» и на способ фиг. 283 для того же; последний способ завязывания весьма пригоден в применении для скользких частей.

Кроме упомянутых способов существуют еще многие другие способы захватывания гаков и изделий стропом, которых мы описывать не будем.

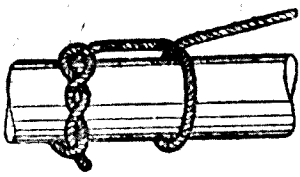


Фиг. 278.

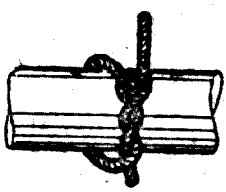


Фиг. 279.

Фиг. 280.

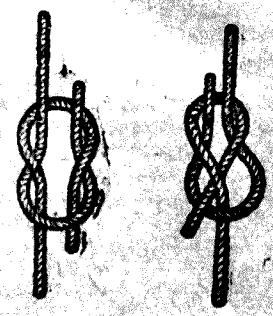


Фиг. 281.



Фиг. 282.

Фиг. 283.



Фиг. 284.

Укажем еще только на два практических способа соединения концов тросов между собой, понятных из приводимой фиг. 284.

Если же хотят, чтобы нити металлического троса в узлах не получали никаких перенапряжений, т.-е. дорого стоящий металлический трос был лучше сохранен, то прибегают к прокладыванию в узлы деревянных брусков круглого сечения, не допускающих образования вредных для троса малых радиусов изгиба. Во избежание сползаний, иногда приходится соединение тросов несколько усложнить большим числом закруток.

Способ соединения с гаком по фиг. 280 и способы завязывания за вал по фиг. 281, 282 и 283, а также способы связывания тросов по фиг. 284 пригодны также и для стальных тросов.

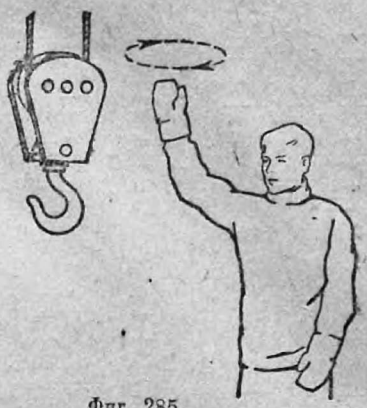
При пользовании стропом следует обратить внимание на то, чтобы изделие каким-либо острым краем не могло перерезать его; в опасных местах прибегают к подкладкам, состоящим, например, из обрезков пеньковой ленты, широких ремней, наконец, просто из деревянных планок и т. п. Далее отметим, что нельзя допускать слишком большого угла расхождения α каната от гака (фиг. 8), ибо в таком случае могут развиться в канате чрезмерные напряжения. Это соотношение вполне элементарно и ясно для человека, знакомого с основами статики, но нередко игнорируется в мастерских. Наконец, следует рекомендовать при поднимании и опускании особо тяжелых деталей работать краном по возможности плавно и без толчков, чтобы не получились, опять же, чрезмерно большие напряжения, вследствие развития сил инерции.

Сигнализация управления краном.

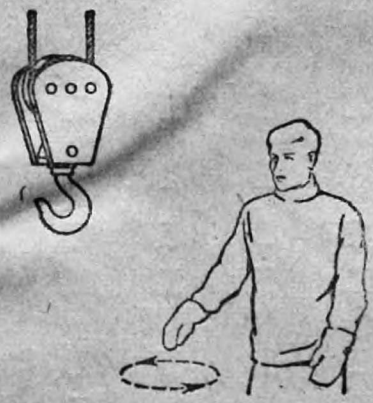
Представляет несомненный интерес проводимая в Германии сигнализация управления подъемным краном при помощи жестикуляций, вместо практикующихся окриков, рожковых сигналов и т. п. В условиях заводских работ, обычно из-за имеющегося постоянного шума, слова слышны очень плохо. Между тем верное и уточненное понимание рабочими сигналов

при работе краном чрезвычайно существенно, ибо малейшая оплошность в этой работе может повлечь за собой материальный ущерб, а иногда стоит даже человеческих жизней. Германская комиссия по рационализации производств разработала систему стандартных приемов сигнализации при управлении подъемными кранами, пригодную даже при разделении крановщика от работающего в мастерской на довольно большое расстояние (случай крупных мостовых кранов). На фиг. 285 показан сигнал «Вверх!» — руку поднять и описать круг; на фиг. 286 показан сигнал «Вниз!» — руку опустить и описать круг; на фиг. 287 показан сигнал «Медленно!» безотносительно вверх или вниз, — руку перемещать вверх и вниз; на фиг. 288 показан сигнал «Стоп!» — горизонтально протянуть руку; на фиг. 289 показан сигнал передвижения моста и тележки в желаемом направлении «Пошел!» — поднимать и опускать руку в направлении движения.

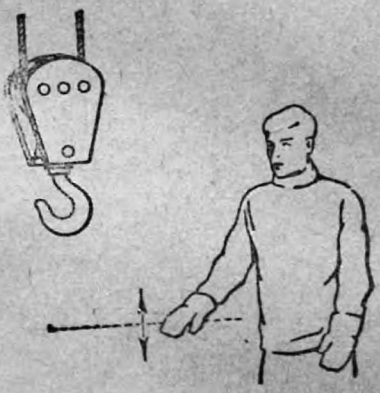
Отмечаем, что во всяком случае практика уже успела показать преимущество сигнализации жестами перед звуковыми. В нашей же практике автором было замечено применение всегда смешанной системы, т.-е. жестикуляции и окриков совместно, и, к сожалению, мало рационализированных.



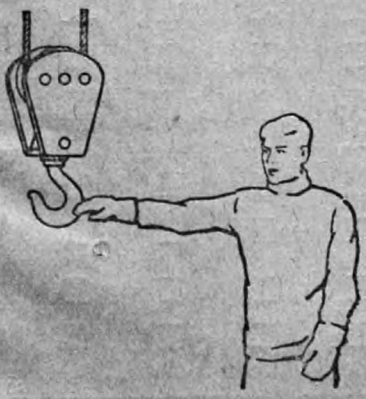
Фиг. 285.



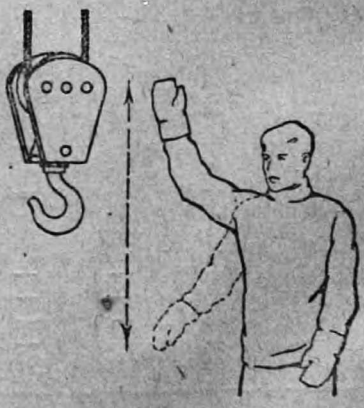
Фиг. 286.



Фиг. 287.



Фиг. 288.



Фиг. 289.

Справка о нормальных диаметрах и пригонках и допусках отверстий и валов.

В вопросах монтажа валов, втулок, подшипников, плотной посадки муфт, маховиков, их шпонок и пр. мы указывали те практические нормы, которые должны быть выполнены для обеспечения правильной работы машины. Эти нормы нами давались во многих случаях приблизительно, а иногда даже качественно. Однако, существуют тщательно выработанные сводки зазоров в виде таблиц пригонок и допусков, разбитых на классы, которые вошли в практику заводов, установивших у себя массовое и также серийное производство и взаимозаменяемость частей.

Нормальные диаметры

(в *м.м*).

—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	52	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	55	105	155	—	—	—	—	—	—
—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	8	58	—	—	—	—	—	—	—	—
—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	10	60	110	160	210	260	310	360	410	460
—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	12	62	—	—	—	—	—	—	—	—
—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,5	15	65	115	165	—	—	—	—	—	—
—	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	18	68	—	—	—	—	—	—	—	—
—	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	20	70	120	170	220	270	320	370	420	470
—	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	22	72	—	—	—	—	—	—	—	—
—	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,5	25	75	125	175	—	—	—	—	—	—
—	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	28	78	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	30	80	130	180	230	280	330	380	430	480
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	32	82	—	—	—	—	—	—	—	—
—	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	34	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,5	35	85	135	185	—	—	—	—	—	—
—	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	(37)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	38	88	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	40	90	140	190	240	290	340	390	440	490
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	42	92	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	44	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,5	45	95	145	195	—	—	—	—	—	—
—	46	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	(47)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	48	98	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500

При применении этих норм размеры диаметров валов и их отверстий выполняются с определенной степенью точности и с определенными выработанными практикой отклонениями от номинальных размеров.

Что касается самих номинальных размеров диаметров, то выбор их, в целях экономии калиберного хозяйства нормальных предельных калибров и использования нормального развертывающего инструмента, целесообразно ограничивается, — см. приводимую таблицу нормальных диаметров Общесоюзного Стандарта ОСТ.

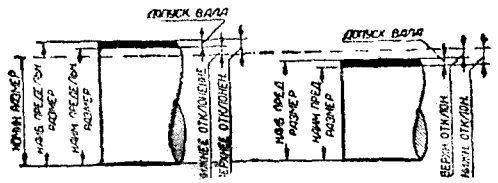
Нормы предельных допусков и отклонений видны из приводимой ниже выписки части таблиц системы DIN Нормализационного комитета германской промышленности [1] и системы ОСТ Общесоюзного Стандарта Комитета по Стандартизации Совета Труда и Обороны СССР.

[1] К. Граневц. «Пригонки и допуски». 4 книга DIN, 1926.

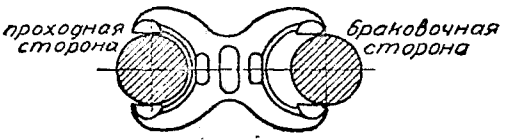
Приводя в настоящем издании нашей книги некоторые данные о допусках вновь выпущенной (1930 г.) системы ОСТ Общесоюзного Стандарта, проработанной «Комиссией по выработке нормальных допусков» при Главной палате мер и весов, мы в то же время нашли нужным сохранить и справку о системе DIN, пользующейся заслуженной и большой известностью у практиков СССР и заграницы, приведенную нами уже во втором издании нашей книги.

В первом издании нашей книги мы давали сокращенную выписку допусков и отклонений, имевших применение на Коломенском машиностроительном заводе. В этой системе (так наз. «системе отверстия») номинальный размер диаметра придается отверстию с возможными допускаемыми отклонениями в сторону увеличения или уменьшения размера, при чем нулевая линия (отвечающая для отверстия в данной системе номинальному размеру) располагалась симметрично между допускаемыми наибольшим и наименьшим размерами. Такого рода симметричные системы допусков ныне уже оставлены. Впрочем, «система отверстия», противополагаемая «системе вала» (в которой номинальный размер относится к диаметру вала), повидимому, продолжает доминировать в машиностроении.

В системе DIN и ОСТ, в отличие от общепринятых раньше, нулевая линия в «системе отверстия» отвечает нижнему пределу для допусков отверстий, а в системе вала — верхнему пределу для допусков валов.



Фиг. 290.



Фиг. 291.

Фиг. 292.

Система допусков ОСТ введена как обязательная в заводах СССР, не имевших до сего времени калибрового хозяйства; в заводах же, имеющих таковое, срок обязательного введения системы отодвинут до 1 января 1932 г.

На фиг. 290 приводится схематический чертеж допусков и отклонений вала.

На фиг. 291 и 292 приводятся для иллюстрации некоторые измерительные шаблоны— рабочие калибры (скобки и пробки) для валов и отверстий. У правильно исполненного изделия их проходная сторона должна «входить», а браковочная «не входить».

Вопрос о выборе системы отверстия или вала, а также классов точности и их видов пригонок (посадок) применительно к дизелестроению, еще требует некоторой практической проработки. Бесспорно, в дизелестроении следует считать доминирующей систему отверстия. Завод «Русский Дизель» в Ленинграде ввел у себя систему DIN с небольшими изменениями и пользуется для ныне строящихся машин следующими классами и посадками пригонок по системе отверстия:

2-й класс точности — посадки прессовая, особо тугая, тугая посадка скольжения, свободная для плотного хода, свободная обыкновенная, свободная для легкого хода и весьма свободная;

3-й класс точности — посадки скольжения, свободная и весьма свободная;

4-й класс точности — посадки: грубая I, грубая III и грубая IV.

Кроме того, завод «Русский Дизель» разработал свою систему для прессовой посадки в горячем состоянии муфт, валиков и т. п., а также продолжил некоторые таблицы DIN в сторону больших номинальных диаметров. Допуски длин валов указанным заводом также разработаны самостоятельно.

Со своей стороны мы считали бы полезным добавить к списку пригонок дизелестроения по 1-му классу точности особо плотную посадку и по 2-му классу — особо плотную и плотную.

Несомненно, что введение в технику метода предельных калибров представляет по существу одно на наибольших достижений последнего времени по линии технической культуры. Однако работу в этом направлении еще далеко нельзя считать оконченной. Отмечаем осложняющее обстоятельство в практическом применении метода, нередко маскирующее результаты промеров, а именно: возможность получения в производстве и на сборке некоторой овальности отверстий и валов. Особенно невыгодно с этой точки зрения пользоваться калиберными пробками (фиг. 292) при овальности в отверстиях. Понятно, что было бы лишено смысла предлагать специальные предельные калибры для этого случая, зависящего всецело от неправильностей выработки. Но далеко не бесполезна проработка для этих целей специальных раздвижных измерительных калибров, которыми эллиптичность могла бы быть замечена и также установлена величина ее. Попытки выработки такого рода конструкций уже имеются (Госавод № 29 и пр.).

ОТКЛОНЕНИЯ ДЛЯ РАБОЧИХ КАЛИБРОВ

1-й и 2-й классы точности—система отверстия

DIN 784

μ (1 μ = 1/1000 мм)

Группы диаметров мм	Пробки, плоские калибры, концевые меры				Скобы									
	1-й класс eB		2-й класс B		Пресс. пос. P		Особо тугая F		Тугая T		Особо плот. H		Плотная S	
	DIN 18		DIN 19		DIN 54		DIN 26		DIN 58		DIN 25		DIN 24	
	Отклон.		Отклон.		Отклон.		Отклон.		Отклон.		Отклон.		Отклон.	
	Верх.	Нижн.	Верх.	Нижн.	Верх.	Нижн.	Верх.	Нижн.	Верх.	Нижн.	Верх.	Нижн.	Верх.	Нижн.
	Брак. стор.	Проходн. стор.	Брак. стор.	Проходн. стор.	Проходн. стор.	Брак. стор.	Проходн. стор.	Брак. стор.	Проходн. стор.	Брак. стор.	Проходн. стор.	Брак. стор.	Проходн. стор.	Брак. стор.
1 до 3	+ 6	0	+ 9	0	+ 15	+ 10	+ 12	+ 6	+ 9	+ 3	+ 6	0	+ 3	— 3
Свыше 3 до 6	+ 8	0	+ 12	0	+ 22	+ 15	+ 15	+ 8	+ 12	+ 4	+ 8	0	+ 4	— 4
Свыше 6 до 10	+ 10	0	+ 15	0	+ 30	+ 20	+ 20	+ 10	+ 15	+ 5	+ 10	0	+ 5	— 5
Свыше 10 до 18	+ 12	0	+ 18	0	+ 38	+ 25	+ 25	+ 12	+ 18	+ 6	+ 12	0	+ 6	— 6
Свыше 18 до 30	+ 15	0	+ 22	0	+ 45	+ 32	+ 30	+ 15	+ 22	+ 8	+ 15	0	+ 8	— 8
Свыше 30 до 50	+ 18	0	+ 25	0	+ 60	+ 40	+ 35	+ 18	+ 25	+ 9	+ 18	0	+ 9	— 9
Свыше 50 до 80	+ 20	0	+ 30	0	+ 75	+ 55	+ 40	+ 20	+ 30	+ 10	+ 20	0	+ 10	— 10
Свыше 80 до 120	+ 22	0	+ 35	0	+ 90	+ 65	+ 45	+ 22	+ 35	+ 11	+ 22	0	+ 11	— 11
Свыше 120 до 180	—	—	+ 40	0	+ 105	+ 80	+ 50	+ 25	+ 40	+ 13	+ 25	0	+ 13	— 13
Свыше 180 до 260	—	—	+ 45	0	+ 130	+ 100	+ 60	+ 30	+ 45	+ 15	+ 30	0	+ 15	— 15
Свыше 260 до 360	—	—	+ 50	0	+ 155	+ 120	+ 70	+ 35	+ 50	+ 18	+ 35	0	+ 18	— 18
Свыше 360 до 500	—	—	+ 60	0	+ 180	+ 140	+ 80	+ 40	+ 60	+ 20	+ 40	0	+ 20	— 20
Единицы допуска	+ 1	0	+ 1,5	0	—	—	+ 2	+ 1	+ 1,5	+ 0,5	+ 1	0	+ 0,5	— 0,5

Группы диаметров мм	Пробки, плоские калибры, концевые меры				Скобы									
	1-й класс eB		2-й класс B		Пос. скольжен. C		Свободн. д. плотн. х. EL		Свободн. обыкнов. L		Свободн. д. легк. х. LL		Весьма свободн. WL	
	DIN 18		DIN 19		DIN 23		DIN 22		DIN 21		DIN 20		DIN 52	
	Отклон.		Отклон.		Отклон.		Отклон.		Отклон.		Отклон.		Отклон.	
	Верх.	Нижн.	Верх.	Нижн.	Верх.	Нижн.	Верх.	Нижн.	Верх.	Нижн.	Верх.	Нижн.	Верх.	Нижн.
	Брак. стор.	Проходн. стор.	Брак. стор.	Проходн. стор.	Проходн. стор.	Брак. стор.	Проходн. стор.	Брак. стор.	Проходн. стор.	Брак. стор.	Проходн. стор.	Брак. стор.	Проходн. стор.	Брак. стор.
1 до 3	+ 6	0	+ 9	0	0	— 6	— 3	— 3	— 9	— 18	— 18	— 30	— 30	— 50
Свыше 3 до 6	+ 8	0	+ 12	0	0	— 8	— 4	— 12	— 12	— 25	— 25	— 40	— 40	— 60
Свыше 6 до 10	+ 10	0	+ 15	0	0	— 10	— 5	— 15	— 15	— 30	— 30	— 50	— 50	— 75
Свыше 10 до 18	+ 12	0	+ 18	0	0	— 12	— 6	— 18	— 18	— 35	— 35	— 60	— 60	— 90
Свыше 18 до 30	+ 15	0	+ 22	0	0	— 15	— 8	— 22	— 22	— 45	— 45	— 70	— 70	—110
Свыше 30 до 50	+ 18	0	+ 25	0	0	— 18	— 9	— 25	— 25	— 50	— 50	— 80	— 80	—130
Свыше 50 до 80	+ 20	0	+ 30	0	0	— 20	— 10	— 30	— 30	— 60	— 60	—100	—100	—150
Свыше 80 до 120	+ 22	0	+ 35	0	0	— 22	— 11	— 35	— 35	— 70	— 70	—120	—120	—180
Свыше 120 до 180	—	—	+ 40	0	0	— 25	— 13	— 40	— 40	— 80	— 80	—140	—140	—200
Свыше 180 до 260	—	—	+ 45	0	0	— 30	— 15	— 45	— 45	— 90	— 90	—150	—150	—220
Свыше 260 до 360	—	—	+ 50	0	0	— 35	— 18	— 50	— 50	—100	—100	—170	—170	—250
Свыше 360 до 500	—	—	+ 60	0	0	— 40	— 20	— 60	— 60	—120	—120	—200	—200	—280
Единицы допуска	+ 1	0	+ 1,5	0	0	— 1	— 0,5	— 1,5	— 1,5	— 3	— 3	— 5	— 5	— 7,5

ОТКЛОНЕНИЯ ДЛЯ РАБОЧИХ КАЛИБРОВ
3-й класс точности — система отверстия

DIN 785

μ (1 μ = 1/1000 мм)

Группа диаметров мм	Пробки, плоские калибры, концевые меры SB		Скобы					
			Посадка скольжения SG		Свободная посадка SL		Весьма свободная SWL	
	DIN 148		DIN 151		DIN 150		DIN 149	
	Отклонения		Отклонения		Отклонения		Отклонения	
	Верхнее	Нижнее	Верхнее	Нижнее	Верхнее	Нижнее	Верхнее	Нижнее
	Браков. стор.	Проход. стор.	Проход. стор.	Браков. стор.	Проход. стор.	Браков. стор.	Проход. стор.	Браков. стор.
1 до 3	+ 18	0	0	— 18	— 9	— 30	— 30	— 60
Свыше 3 до 6	+ 25	0	0	— 25	— 12	— 40	— 40	— 80
Свыше 6 до 10	+ 30	0	0	— 30	— 15	— 50	— 50	— 100
Свыше 10 до 18	+ 35	0	0	— 35	— 18	— 60	— 60	— 120
Свыше 18 до 30	+ 45	0	0	— 45	— 22	— 70	— 70	— 150
Свыше 30 до 50	+ 50	0	0	— 50	— 25	— 80	— 80	— 180
Свыше 50 до 80	+ 60	0	0	— 60	— 30	— 100	— 100	— 200
Свыше 80 до 120	+ 70	0	0	— 70	— 35	— 120	— 120	— 250
Свыше 120 до 180	+ 80	0	0	— 80	— 40	— 140	— 140	— 280
Свыше 180 до 260	+ 90	0	0	— 90	— 45	— 150	— 150	— 320
Свыше 260 до 360	+ 100	0	0	— 100	— 50	— 170	— 170	— 350
Свыше 360 до 500	+ 120	0	0	— 120	— 60	— 200	— 200	— 400
Единицы допуска	+ 3	0	0	— 3	— 1,5	— 5	— 5	—10,5

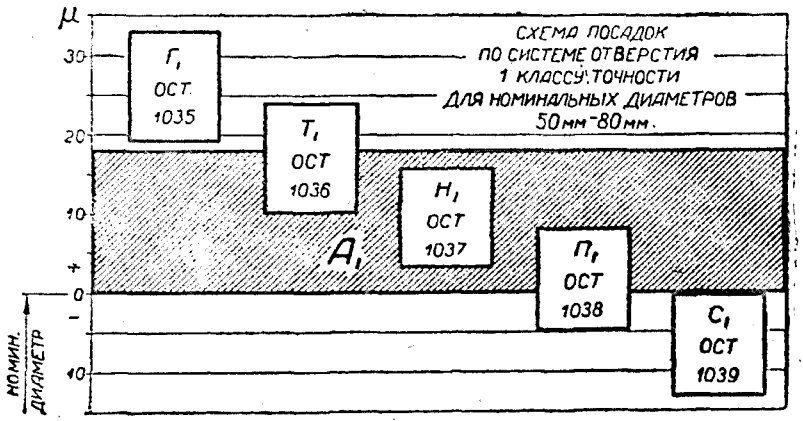
ОТКЛОНЕНИЯ ДЛЯ РАБОЧИХ КАЛИБРОВ
4-й класс точности — система отверстия

DIN 786

μ (1 μ = 1/1000 мм)

Группа диаметров мм	Пробки, плоские калибры, концевые меры gB		Скобы							
			Грубая I g 1		Грубая II g 2		Грубая III g 3		Грубая IV g 4	
	DIN 159		DIN 163		DIN 162		DIN 161		DIN 160	
	Отклонения		Отклонения		Отклонения		Отклонения		Отклонения	
	Верхнее	Нижнее	Верхнее	Нижнее	Верхнее	Нижнее	Верхнее	Нижнее	Верхнее	Нижнее
	Браков. стор.	Проход. стор.	Проход. стор.	Браков. стор.	Проход. стор.	Браков. стор.	Проход. стор.	Браков. стор.	Проход. стор.	Браков. стор.
1 до 3	+ 50	0	0	— 50	— 30	— 80	— 50	— 100	— 100	— 180
Свыше 3 до 6	+ 80	0	0	— 80	— 40	— 120	— 80	— 150	— 150	— 250
Свыше 6 до 10	+ 100	0	0	— 100	— 50	— 150	— 100	— 200	— 200	— 300
Свыше 10 до 18	+ 100	0	0	— 100	— 60	— 200	— 100	— 250	— 250	— 350
Свыше 18 до 30	+ 150	0	0	— 150	— 70	— 250	— 150	— 300	— 300	— 450
Свыше 30 до 50	+ 150	0	0	— 150	— 80	— 250	— 150	— 350	— 350	— 500
Свыше 50 до 80	+ 200	0	0	— 200	— 100	— 300	— 200	— 400	— 400	— 600
Свыше 80 до 120	+ 200	0	0	— 200	— 120	— 350	— 200	— 450	— 450	— 700
Свыше 120 до 180	+ 250	0	0	— 250	— 140	— 400	— 250	— 500	— 600	— 800
Свыше 180 до 260	+ 250	0	0	— 250	— 150	— 450	— 250	— 550	— 550	— 900
Свыше 260 до 360	+ 300	0	0	— 300	— 170	— 500	— 300	— 600	— 600	—1000
Свыше 360 до 500	+ 350	0	0	— 350	— 200	— 550	— 350	— 700	— 700	—1100
Единицы допуска	+ 10	0	0	— 10	— 5	— 15	— 10	— 20	— 20	— 30

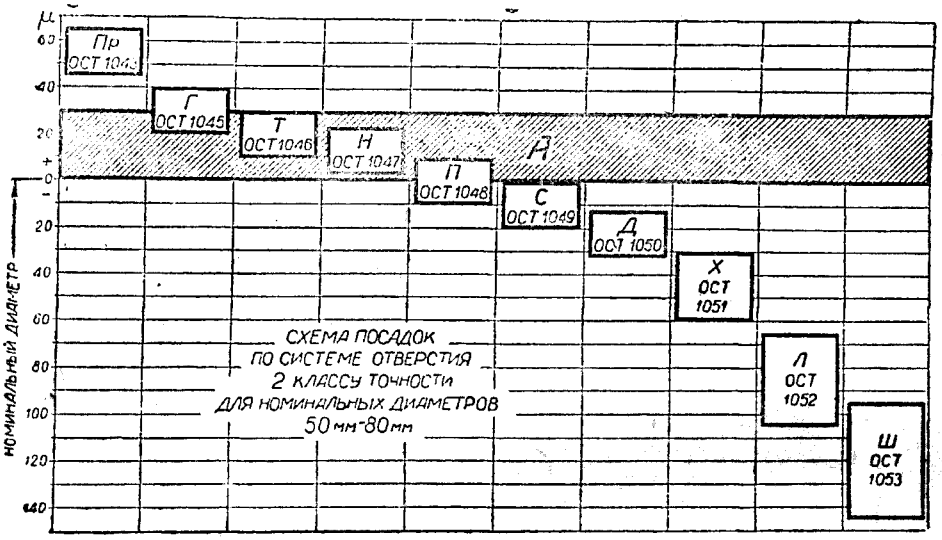
С. С. С. Р. Совет труда и обороны Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ ДОПУСКИ и ПОСАДКИ Система отверстия 1-й класс точности Предельные отклонения	ОСТ 1011 МБИ (I. I. B.) : 620



Размеры в микронах (1 микрон = 1 μ = 0,001 мм)

Номинальные диаметры мм	Отклонения отверстия A_1	Посадки									
		глухая $Г_1$		тугая $Т_1$		напряженная $Н_1$		плотная $П_1$		скользящая $С_1$	
		Отклонения вала									
	верхн. / нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.
От 1 до 3	0 / + 6	+ 10	+ 6	+ 8	+ 4	+ 5	+ 1	+ 2	– 2	0	– 4
Св. 3 „ 6	0 / + 8	+ 13	– 8	+ 10	+ 5	+ 6	+ 1	+ 3	– 2	0	– 5
„ 6 „ 10	0 / + 9	+ 16	+ 9	+ 12	+ 6	+ 8	+ 1	+ 4	– 3	0	– 6
„ 10 „ 18	0 / + 11	+ 20	+ 11	+ 15	+ 7	+ 10	+ 2	+ 5	– 3	0	– 8
„ 18 „ 30	0 / + 13	+ 24	+ 13	+ 17	+ 8	+ 12	+ 2	+ 6	– 3	0	– 9
„ 30 „ 50	0 / + 15	+ 28	+ 16	+ 20	+ 9	+ 14	+ 2	+ 7	– 4	0	– 11
„ 50 „ 80	0 / + 18	+ 33	+ 18	+ 24	+ 10	+ 16	+ 3	+ 8	– 5	0	– 13
„ 80 „ 120	0 / + 21	+ 38	+ 23	+ 28	+ 12	+ 19	+ 3	+ 9	– 6	0	– 15
„ 120 „ 180	0 / + 24	+ 45	+ 26	+ 32	+ 14	+ 22	+ 4	+ 10	– 7	0	– 18
„ 180 „ 260	0 / + 27	+ 52	+ 30	+ 36	+ 16	+ 25	+ 4	+ 11	– 8	0	– 20
„ 260 „ 360	0 / + 30	+ 58	+ 35	+ 40	+ 18	+ 28	+ 4	+ 13	– 9	0	– 22
„ 360 „ 500	0 / + 35	+ 66	+ 40	+ 45	+ 20	+ 32	+ 5	+ 15	– 10	0	– 26

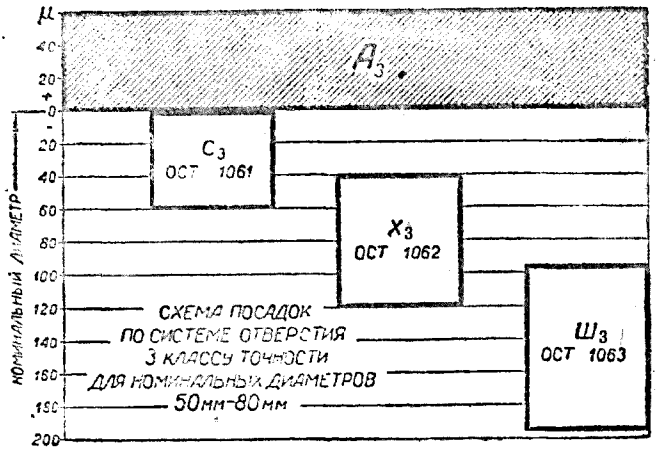
С. С. С. Р. Совет труда и обороны Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ **ДОПУСКИ и ПОСАДКИ** Система отверстия 2-й класс точности Предельные отклонения	**ОСТ 1012** МБИ (I. I. B.) : 620



Размеры в микронах (1 микрон = 1 μ = 0,001 *мм*)

Номинальные диаметры *мм*	Отклонения отверстия А	Посадки: Прессовая Пр	Глухая Г	Тугая Т	Напряженная Н	Плотная П	Скользящая С	Движения Д	Ходовая Х	Легкоходов. Л	Широкоход. Ш
		Отклонения вала									
	в / н	в / н	в / н	в / н	в / н	в / н	в / н	в / н	в / н	в / н	в / н
От 1 до 3	0 / +10	+13 / +12	+13 / +6	+10 / +4	+7 / +1	+3 / −3	0 / −6	−8 / −9	−8 / −18	−12 / −25	−18 / −35
Св. 3 „ 6	0 / +13	+23 / +15	+16 / +8	+13 / +5	+9 / +1	+4 / −4	0 / −8	−4 / −12	−10 / −22	−17 / −35	−25 / −45
„ 6 „ 10	0 / +16	+28 / +18	+20 / +10	+16 / +6	+12 / +2	+5 / −5	0 / −10	−5 / −15	−13 / −27	−23 / −45	−35 / −60
„ 10 „ 18	0 / +19	+34 / +22	+24 / +12	+19 / +7	+14 / +2	+6 / −6	0 / −12	−6 / −18	−16 / −33	−30 / −55	−45 / −75
„ 18 „ 30	0 / +23	+42 / +28	+30 / +15	+23 / +8	+17 / +2	+7 / −7	0 / −14	−8 / −22	−20 / −40	−40 / −70	−60 / −96
„ 30 „ 50	0 / +27	+52 / +35	+35 / +18	+27 / +9	+20 / +3	+8 / −8	0 / −17	−10 / −27	−25 / −50	−50 / −85	−75 / −115
„ 50 „ 80	0 / +30	+65 / +45	+40 / +20	+30 / +10	+23 / +3	+10 / −10	0 / −20	−12 / −32	−30 / −60	−65 / −105	−95 / −145
„ 80 „ 120	0 / +35	+90 / +65	+45 / +23	+35 / +12	+26 / +3	+12 / −12	0 / −23	−15 / −38	−40 / −75	−80 / −125	−120 / −175
„ 120 „ 180	0 / +40	+120 / +90	+52 / +25	+40 / +13	+30 / +4	+14 / −14	0 / −27	−18 / −45	−50 / −90	−100 / −155	−150 / −210
„ 180 „ 260	0 / +45	+160 / +130	+90 / +30	+45 / +15	+35 / +4	+16 / −16	0 / −30	−22 / −52	−60 / −105	−130 / −180	−180 / −250
„ 260 „ 360	0 / +50	+210 / +175	+70 / +35	+50 / +15	+40 / +4	+18 / −18	0 / −35	−26 / −60	−70 / −125	−140 / −210	−210 / −290
„ 360 „ 500	0 / +60	+275 / +235	+80 / +40	+60 / +20	+45 / +5	+20 / −20	0 / −40	−30 / −70	−80 / −140	−170 / −245	−250 / −340

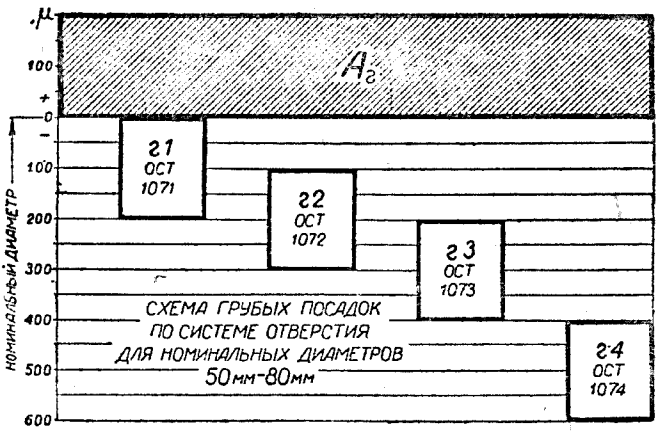
С. С. С. Р. Совет труда и обороны Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ **ДОПУСКИ и ПОСАДКИ** Система отверстия 3-й класс точности Предельные отклонения	**ОСТ 1013** МБИ (I. I. B.) : 620



Размеры в микронах (1 микрон = 1 μ = 0,001 мм)

Номинальные диаметры мм	Отклонения отверстия A_3		Посадки					
			Скользящая C_3		Ходовая X_3		Широко-ходовая $Ш_3$	
			Отклонения вала					
	нижн.	верхн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.
От 1 до 3	0	+ 20	0	— 20	— 7	— 32	— 17	— 50
Свыше 3 „ 3	0	+ 25	0	— 25	— 11	— 44	— 25	— 65
6 „ 16	0	+ 30	0	— 30	— 15	— 55	— 35	— 85
„ 10 „ 18	0	+ 35	0	— 35	— 20	— 70	— 45	— 105
„ 18 „ 30	0	+ 45	0	— 45	— 25	— 85	— 60	— 130
„ 30 „ 50	0	+ 50	0	— 50	— 32	— 100	— 75	— 160
„ 50 „ 80	0	+ 60	0	— 60	— 40	— 120	— 95	— 195
„ 80 „ 120	0	+ 70	0	— 70	— 50	— 140	— 120	— 235
„ 120 „ 180	0	+ 80	0	— 80	— 60	— 165	— 150	— 285
Свыше 180 до 260	0	+ 90	0	— 90	— 75	— 195	— 180	— 330
„ 260 „ 360	0	+ 100	0	— 100	— 90	— 225	— 210	— 380
„ 360 „ 500	0	+ 120	0	— 120	— 105	— 255	— 250	— 440

С. С. С. Р. Совет труда и обороны Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ **ДОПУСКИ и ПОСАДКИ** Система отверстия Грубые посадки Предельные отклонения	ОСТ 1014 МБИ (I. J. B.) : 620



Размеры в микронах (1 микрон = 1 μ = 0,001 мм)

Номинальные диаметры мм	Отклонения отверстия Аг		Грубые посадки							
			Первая г1		Вторая г2		Третья г3		Четвертая г4	
			Отклонения вала							
	нижн.	верхн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.
От 1 до 3	0	+ 60	0	— 60	— 30	— 90	— 60	— 120	— 120	— 180
Свыше 3 „ 6	0	+ 90	0	— 80	— 40	— 120	— 80	— 160	— 160	— 240
„ 6 „ 10	0	+ 100	0	— 100	— 50	— 150	— 100	— 200	— 200	— 300
„ 10 „ 18	0	+ 120	0	— 120	— 60	— 180	— 120	— 240	— 240	— 360
„ 18 „ 30	0	+ 140	0	— 140	— 70	— 210	— 140	— 280	— 280	— 420
„ 30 „ 50	0	+ 170	0	— 170	— 80	— 250	— 170	— 340	— 340	— 500
„ 50 „ 80	0	+ 200	0	— 200	— 100	— 300	— 200	— 400	— 400	— 600
„ 80 „ 120	0	+ 230	0	— 230	— 120	— 350	— 230	— 460	— 460	— 700
„ 120 „ 180	0	+ 260	0	— 260	— 130	— 400	— 260	— 530	— 530	— 800
Свыше 180 до 260	0	+ 300	0	— 300	— 150	— 450	— 300	— 600	— 600	— 900
„ 260 „ 360	0	+ 340	0	— 340	— 170	— 500	— 340	— 680	— 680	—1000
„ 360 „ 500	0	+ 380	0	— 380	— 190	— 570	— 380	— 760	— 760	—1100

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
Предисловия	3
Введение	5
Укладывание фундаментных параллелей	10
Установка фундаментной рамы двигателя	12
Пригонка вкладышей рамовых подшипников в их гнезда	16
Монтаж коленчатого вала	17
Шатуны тронковой (бескрейцкопфной) конструкции	30
Крейцкопфная конструкция	46
Установка компрессии	53
Эксцентрики	54
Прорубание во вкладышах подшипников смазочных канавок	55
О станинах и цилиндрах	57
Окончательная установка цилиндров и станины	68
Колонки станин	71
Монтаж поршней. Набивочные кольца. Масловодители и пр.	72
О золотниках	74
Крышки цилиндров. О клапанах. Сборка пружин клапанов	75
Кронштейны, стойки, подпятники	77
Кожухи, люковые крышки и щиты	78
Валики, шестерни, пальцы, буксы, кулачные шайбы, рычаги, балансиры, серьги, тяги и т. п.	79
Установка готовых аппаратов	88
Замечание о мелких машинных деталях	—
Направляющие шпильки и метки	—
Маркировка и нумерование деталей	92
Установка маховика. Буксовальное приспособление	93
Резервуары	98
Трубы, их укрепление, соединительная арматура, продувка и проба	99
Об уплотняющих прокладках и беспрокладочном уплотнении разъемных соединений	107
О сальниковых набивках	111
Притирка клапанов. Шлифовка втулок плунжеров	112
Привинчивание бланков-характеристик машины	114
Случайные работы сборочной мастерской	—
Обдувание деталей сжатым воздухом	118
Ответственные части. Подготовка к пуску машины в ход	—
Пробный пуск в ход и испытание машины. О неисправностях пуска и хода	120
Нормальные установки а индикаторные диаграммы двигателя Дизеля	126
Разборка Дизеля и некоторые последующие работы	130
Общие сведения о сборочной мастерской и ее оборудовании. О тормозных устройствах	132
Организация производства работ	138
О некоторых особенностях сдельной оплаты труда в сборочной мастерской	139
Соображения о премировании скорости работы	140
О составе служащих и рабочих в сборочной мастерской	—
Об учениках мастерской	141
Справка о топливах и маслах, применяемых для двигателей Дизеля	142
Нормальный план сборки двигателя сер. 2126^{IV} па зав. «Русский Дизель»	—
ПРИЛОЖЕНИЕ	
Измерительные инструменты и пользование ими	143
Разметочный стол	150
Сверление. Разметка сверлений. Сверлильные машинки. Скоба и перо. Керны. Нормы диаметров сверлений на сборке	151
Развертывание. Зенкование. Фрезеровочный валик	158
Резьбы. Производство нарезок. Воротки метчиков и разверток	160
Постановка закрепляющих шпилек	164
Гайки. Подкладные шайбы. Гаечные ключи. Завинчивание и закрепление гаек. Шплинтование	166
Об отвертках и винтах	168
Опиливание и напильники. Тиски	169
Шабрение и шабры	172
Припиливание и пришабривание по краске и по салу. Пригоночная краска. Пригонка по бликам и по мелу. Образцовые притирочные плитки	174
Замечание о притирочных работах	175
Рубка металлов зубилом и крейцмейселем	176
Ручник. Молот. Кувалда	177
Ножовка и ножницы для разрезания листового материала и жести	178
Плоскогубцы, круглогубцы и острозубцы	179
Струбцинки	—
О заточке инструментов	—
Баббит и бронза подшипников	180
Пайка. Замечание о паяльных горелках	181
О кузнице сборочной мастерской и обращении с кузнечным горном	184
Гнутне труб	186
О стропе (канате) крана	189
Сигнализация управления краном	190
Справка о нормальных диаметрах и пригопках и допусках отверстий и валов	191
Таблицы системы DIN	194
Таблицы системы ОСТ	196

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА

Ж
1133