



ГИНЗБЕРГ, Отто, инж.

**МОНТАЖ  
ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ.**



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО.

Москва - 1957

M253.881

№

**Берегите книгу**

Не перегибайте книгу

во время чтения

Не загибайте углов

Не делайте надписей на книге

Не смачивайте пальцев слюною,  
перелистывая книгу

Завертывайте книгу в бумагу.

КОНТРОЛЬНЫЙ ЛИСТОК  
СРОКОВ ВОЗВРАТА

КНИГА ДОЛЖНА БЫТЬ  
ВОЗВРАЩЕНА НЕ ПОЗЖЕ  
УКАЗАННОГО ЗДЕСЬ СРОКА.

Кол-во пред. выдач

Д.Х.

3 ТМО Т. 250000 З. 1798-91

СОУНЬ ИМ. В. Г. БЕЛИНСКОГО

СОУНЬ ИМ. В. Г. БЕЛИНСКОГО

ГИНЗБЕРГ, Отто, инж.  
(GINSBERG Otto, Ing.)

628

Г492

МОНТАЖ  
ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ.  
(HEIZUNGS-MONTAGE)

ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО.

Перевод с немецкого и обработка  
инж. Ф. Ф. ФОХТ.

с 294 фигурами и 8 таблицами.

КНИГОХРАНИЛИЩЕ  
ОБЛ. БИБЛИОТЕКИ  
г. СВЕРДЛОВСК



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО.

Москва — 1928 г.

628.81

Без разрешения Гостехиздата  
перепечатка не допускается.



СОУНЬ ИМ. И. В. БЕЛИНСКОГО

## ПРЕДИСЛОВИЕ.

В литературе уже имеется целый ряд книг, предназначенных для ознакомления монтеров с устройством центральных отоплений. Однако, издатели означенных трудов имели главным образом в виду, ознакомить монтеров с теоретическими расчетами систем, для самостоятельных расчетов хотя бы небольших устройств. Вследствие этого, внимание монтеров отвлекается от прямых его задач, а действительно нужных для него познаний он не приобретает.

Основательного описания самого монтажа, описания частей устройства, ухода за ними, а равно и правила по сборке всей системы, до сего времени в литературе не появлялось. Однако, эти сведения необходимы для молодого монтера и инженера, не имеющих еще достаточно опыта и практики по означенной специальности.

Прежде всего цель означенной книги восполнить этот недостаток. И для опытного практика она может оказаться полезной.

В русской литературе означенного руководства тоже не имеется и поэтому книга Отто Гинзберга является, несомненно, ценным вкладом в нашу литературу.

При переводе первой части означенной книги, трактующей об отдельных частях систем отопления и о необходимом для работ инструменте, некоторые незначительные части были выброшены, как не имеющие значения в нашем строительстве. В некоторых случаях добавлены новые рисунки, поясняющие текст изложения. Несколько расширен отдел о котлах, с указанием применяемых в нашем строительстве систем.

Вторая часть имеет целью дать описание устройства различных систем отопления, монтаж и уход за ними. Таким

образом книга должна дать монтажнику вполне ясное понятие о производимых им работах, для точного уяснения тех намерений, которые проектирующий инженер имел в виду при разработке проекта. Для этого необходимо было коснуться немного вопросов по теории. Главнейшие понятия физического характера изложены в весьма доступной форме и, таким образом, дают возможность уяснить себе процессы, происходящие во время действия системы отопления.

В книге совершенно отсутствуют какие-либо цифровые и теоретические выкладки, которые дали бы возможность производить расчеты. Это является делом инженера и все расчеты должны быть производимы им.

В конце означенной книги имеется приложение, в котором изложены существующие правила по уходу за паровыми котлами, правила по уходу за чугунными котлами, по уходу за центральным отоплением, а равно даны сведения о примерных сроках изнашивания инструментов, необходимых для монтажа. Кроме обработки, в книгу введены дополнительные новые фигуры.

Инженер Ф. Ф. Фохт.

## ЧАСТЬ I.

### I. Общие сведения.

Чертежи и указания по монтажу. До начала монтажных работ monter обязан ознакомиться с чертежами, с характером и объемом предполагаемых к исполнению работ, а равно быть в курсе о всех условиях, касающихся работы, заключенных с заказчиком.

Чертежи предполагаемого устройства должны быть разработаны ясно и понятно, чтобы по возможности избегать каких-либо ошибок или недоразумений. Как правило, для этого служат разработанные чертежи планов здания и схемы трубопроводов.

На чертежах, изображающих планы здания, должны быть нанесены по правилам начертательной геометрии и по возможности в масштабе все устанавливаемые приборы отопления. При этом, однако, monter никогда не должен полностью доверяться масштабным соотношениям нанесенных на чертежах предметов, а руководствоваться исключительно цифровыми обозначениями; так, например, нагревательные приборы должны иметь цифровые данные о количестве элементов и их высоте, регулировочные приспособления, о их характере устройства и их величине, трубопроводы, обозначение их внутреннего диаметра и т. д. Вертикальные трубопроводы как подающих, так и обратных линий, так называемые стояки, обозначаются на планах точками или небольшими кружками и пронумеровываются по порядку. Кроме этих данных, чертежи снабжаются еще

условными знаками, характеризующими то, либо другое устройство. Так, например, петли у конденсационных линий парового отопления низкого давления обозначаются на планах двумя косыми линиями, проведенными от стояка и соединенными поперечной чертой и т. д. Во избежание недоразумений каждый план, а в особенности помещение для котельной, помимо разреза должен иметь цифровое обозначение высоты помещения, считая его от чистого пола до уровня потолка. Не менее важно обозначение на чертежах расположения трубопроводов у потолка, у пола, в канале, под потолком или под полом, равно обозначение размеров дымохода, его отверстий для чистки и прочее.

Схема трубопровода в большинстве случаев чертится не в масштабе и потому мало характеризует соотношение стояков между собой как в вертикальном, так и в горизонтальном отношении. Она дает лишь наглядное представление вертикально идущих стояков с их ответвлениями и присоединениями, положение которых на планах обозначается вполне определенной нумерацией.

Оба эти чертежа могут быть с успехом дополнены особыми деталями, например, чертежом котельной в увеличенном масштабе, со всеми соединительными фасонными частями и трубопроводами, изображенными не только схематически, но точно по масштабу; в зависимости от потребности могут быть изображены и другие части устройства, если точная установка их вызывается особой необходимостью.

Все указания, даваемые монтажнику, должны соответствовать условиям принятых на себя руководителем работ обязательств. Ознакомление монтажника с означенными условиями представляется немаловажным, особенно по части объема и характера работы, в отношении получения материалов, подсобных рабочих, способа расчетов с ними, по обмеру или сделанно за определенную плату и т. д. Кроме того, необходимо также основательно ознакомить монтажника со всеми вопро-

сами, требующими с технической точки зрения особого внимания или вызывающими необходимость обследования их на месте.

Так как предварительные планы построек во время хода работ зачастую меняются, то монтеру вменяется в обязанность до начала монтажных работ основательно сличить монтажные чертежи с натурой и о всех отступлениях немедленно доносить производителю работ в контору. Кроме того, он обязан проследить возможность исполнения проекта в действительности, выяснить на месте, не встретятся ли препятствия в прокладке трубопроводов и возможна ли установка нагревательных приборов в тех местах, как это намечено на планах. О всех необходимых изменениях и о всех желаемых переделках строителя монтер обязан немедленно поставить в известность производителя работ, дабы последний мог безотлагательно принять меры к доставке недостающего материала и нанести соответствующие исправления на чертежах.

**Инструменты и материальный склад.** Следующей очень важной работой является испытание прибывшего на постройку материала и инструмента. Получаемый монтером инструмент различный, как по количеству, так и по качеству, в зависимости от величины и характера работы. Инструмент сопровождается в специальном сундуке с приложением точной описи содержимого для быстрой и точной проверки его. В случае недостачи инструмента и несвоевременного сообщения о том, что некоторых частей по описи не хватает, монтер может быть привлечен к ответственности.

Немедленно по получении инструмента монтер должен также испытать его и о результатах сообщить в контору. Требования, предъявляемые монтеру в отношении пользования инструментом, излагаются ему при объяснениях о работе. Следует при этом заметить, что вина за порчу инструмента, происшедшую по причине небрежного обращения с ним рабочих, возлагается на монтера.

При обнаружении недостающих или неисправных частей, необходимо немедленно требовать их замены, а неисправные части инструмента в спешном порядке послать обратно.

По выяснении доброкачественности инструмента, монтер обязан удостовериться, что присланный в его распоряжение материал соответствует по количеству и качеству требуемому на работы материалу.

Выборка материалов для работы не является делом монтера. Поэтому проверка материалов должна производиться не по чертежам, а по специальной описи материалов и спецификации, прилагаемых из конторы.

Только при аккуратном сортировании и распределении материалов возможен обзор имеющегося налицо материала. Для этого необходимо позаботиться устройством на месте работ склада, запираемого на ключ и подразделенного на соответствующие отделения, для хранения различных родов материала по их величине и ассортименту. Плохая сортировка и хранение материалов тормозит естественный ход работ и вызывает нередко справедливые нарекания, подрывающие охоту и энергию к продуктивной работе. Порядок хранения материалов должен быть такой, что монтер в состоянии был бы, даже при неосвещенном складе, легко ориентироваться в нем и найти любую требуемую часть для монтажа.

О всякой недостающей части следует немедленно оповестить снабженческий орган конторы и требовать ее немедленной доставки. При этом следует каждый раз упоминать о том, что согласно присланной спецификации такая-то часть должна была бы быть на месте, но ее при проверке материалов не оказалось. В свою очередь, снабженческий орган конторы должен произвести расследование, произошла ли ошибка при отборе материалов или же потеря материала произошла во время его транспорта.

Материалы, поступающие на склад без сопроводительных документов и спецификаций, должны сохра-

няться отдельно и до особых распоряжений не смешиваться с остальным материалом.

По получении подобных отправок следует немедленно оповестить контору о прибытии неизвестного материала и потребовать дальнейших распоряжений. Если окажется, что налицо имеется ошибка, и материал выслан неправильно, то немедленным выяснением означенной ошибки представляется возможным, во-первых, предохранить предприятие от убытков, монтеров от простоев, а во-вторых, исправить недочеты в деле отправки материалов во избежание повторных ошибок.

Особенно важным является тщательный осмотр материала с точки зрения его пригодности и доброкачественности. Не следует никоим образом употреблять в дело материал, качество которого является почему-либо сомнительным.

Все части материалов со внешними признаками дефектов должны быть отложены в сторону, как сомнительные к употреблению. Поскольку исправление их на месте работ представляется почему-либо неудобным или невозможным, а замена их другими частями слишком дорогой, следует немедленно затребовать высылку новых частей, с указанием причины необходимости их замены.

Все части материалов, исправление или замена которых могут вызвать значительные затруднения, должны быть по возможности испытаны на месте работы, до постановки их на место.

В случае обнаружения при испытании материалов тех либо других дефектов, монтер должен тщательно взвесить, следует ли исправить эти дефекты на месте или выгоднее затребовать дополнительный материал из конторы.

Разумеется, что правильная оценка материала, с точки зрения его пригодности для работы, доступна лишь монтеру хорошо знакомому с качеством материалов и их применением на деле. Необходимы, кроме того, монтеру некоторые познания о самой выработке

и производстве материалов, так как ясное представление о их выработке и процессе обработки дает ему возможность легко определять дефекты и устранить их по мере сил и надобности.

При последующей обработке материала возможна порча его, причем порча эта может произойти не по вине монтажера. Разумеется и в тех случаях, где порча материала происходит больше по причинам недоброкачества материала, возможно умелым и осторожным обращением в большинстве случаев избежать его поломки. Поэтому умелое обращение с материалом рекомендуется не менее, чем тщательная сортировка и испытание его на прочность.

## II. Отдельные части.

**Трубопровод.** Наиболее ответственными работами по монтажу являются работы по прокладке трубопроводов.

В то время, как в водопроводах и канализационных установках наибольшую роль играют трубы свинцовые, чугунные и гончарные, в системах отопления применяются почти исключительно железные трубы. Медные трубопроводы, которые до мировой войны кое-где еще применялись в качестве конденсационных линий, в настоящее время совсем исчезли, а чугунные трубопроводы в деле отопления представляют большую редкость.

Изготовление железных труб производится разными способами.

Сваренные в стык трубы делаются из железных листов определенной ширины. В процессе производства листы сгибаются и подогреваются до сварочной температуры. Затем они пропускаются через особый калибр, сжимающий их снаружи и сваривающий стороны листа под большим давлением в стык. Сварка труб в „нахлестку“ производится таким образом, что

место сварки труб прижимается особым стержнем к вальцам и в таком виде труба протягивается между ними под действием высокого давления. Цельнотянутые трубы, не имеющие швов, развальцовываются разными способами из болванок, без какой-либо последующей сварки сторон. Трубы из более тонкого железа делались прежде из листового железа с заклепками по длине всего шва. В настоящее время применяется способ автогенной сварки.

Рыночная длина вышеозначенных труб колеблется от 4,5 до 5 м.

Для более надежной сварки при сжатии сторон во время их прокладки, сваренные в стык трубы делаются из сравнительно толстого железа. Это обстоятельство дает возможность нарезать на них газовую резьбу и соединять концы двух таких труб посредством муфт. Поэтому эти трубы называются „газовыми“. Принято обозначать размеры труб в английских дюймах, при чем размеры труб определяются по величине их внутреннего диаметра. Нормальные размеры газовых труб даны в нижеприведенной таблице.

Таблица 1.

Размеры	Внутренний диаметр в мм	Наружный диаметр в мм	Поверхность в кв. м на пог. м	Объем в д/м	Вес в кг/м
3/4"	11,25	16,5	0,052	0,10	0,88
1"	14,50	20,5	0,064	0,17	1,26
1 1/4"	20,00	26,5	0,083	0,31	1,87
1 1/2"	25,50	33,0	0,104	0,51	2,68
2"	34,00	42,0	0,132	0,91	3,74
2 1/2"	39,50	48,0	0,151	1,23	4,62
3"	49,50	59,0	0,185	1,92	6,38
3 1/2"	65,50	76,0	0,239	3,37	9,10

При изготовлении труб неизбежным является легкое окисление их поверхности. Вследствие высо-

кого давления, которому подвергается труба при ее прокатке, образовавшаяся на поверхности окись железа вдавливаются в ее поверхность, образуя так называемую окалину, каковая в свою очередь имеет свойство до известной степени предохранять трубу от ржавчины. При этом, однако, поверхность трубы, вследствие ее быстрого охлаждения под вальцами, значительно отвердевает. В некоторых случаях это отверждение поверхности трубы доходит до такой степени, что она впоследствии трудно поддается обработке и вызывает порчу инструментов. Для устранения этого недостатка рекомендуется „отпустить“ трубу, нагрев ее до белого каления и подвергнув ее медленному охлаждению. Этот недостаток в изготовлении труб вызывает иногда непредвиденную задержку в ходе монтажных работ.

Дефекты с трубами, сваренными в стык, могут произойти по следующим причинам: во-первых, вследствие употребления в дело недоброкачественного железа, во-вторых, вследствие применения не ровно обрезанных листов железа и, наконец, вследствие неправильного и неравномерного подогревания труб во время процесса их сварки.

При листовом железе, состоящем из пластов недостаточно между собой сваренных, может легко случиться, что при выгибании такого железа в трубу один из пластов может отделиться и образовать пузырчатый бугор и сузить диаметр прохода (см. фиг. 1—3). Во избежание результата плохого действия всей установки, следует до употребления трубы в дело тщательно просмотреть ее на свет и при малейших сомнениях отбросить ее, как негодную. Появление бугров в трубе может произойти и во время процесса работы, особенно тогда, когда приходится выгибать „утки“ и „колена“. Осмотреть внутреннее состояние поверхности трубы в этом случае невозможно. Но и для этого имеется способ достаточно надежный для проверки внутренней поверхности трубы.

Берут металлический шар диаметром несколько меньшим диаметра трубы и пропускают его через

трубу. Беспрепятственное его прохождение гарантирует вполне, что выпуклостей в изогнутом месте трубы не имеется.

При неровно обрезанных листах, предназначенных для прокатки труб, происходят тоже дефекты, легко замечаемые на глаз. Так, например, листы, обрезанные не достаточно широко, дают неполную сварку по шву, что легко заметно при поверхностном осмотре трубы.

Это обстоятельство вызывает во время работы значительную потерю времени, так как при изгибании трубы или при обработке ее трубрезом шов вскрывается и трубу приходится браковать.



Фиг. 1. Газовая труба  $3/4$ " диаметром просвета, с образованием пузыря внутри трубы, вследствие расслоения листов железа.



Фиг. 2. Газовая труба диаметром  $1\frac{1}{2}$ " с заварившимся швом. Начало образования пузыря (на другом рисунке). Видны заметки шов, по которому произошла сварка трубы в стык.



Фиг. 3. Газовая труба диаметром  $2\frac{1}{2}$ " с образованием пузыря внутри трубы, вследствие расслоения железа. Рисунок пером с на-  
туры.

Если листы изготовлены шире, чем следует, то трубы выходят тоже с дефектами, в зависимости от качества железа. Очень мягкое железо хотя и дает хорошую сварку по линии шва трубы, но образует неравномерную толщину ее стенок, неудобную для обработки. Более твердое железо образует продолговатый бугор во всю длину шва, каковой может сильно влиять на движение воды и пара в трубах, увеличивая в значительной мере их коэффициенты сопротивления.

Не достаточно прогретые листы свариваются плохо и в общем, по качеству своему, похожи на трубы, изготовленные из узких листов.

Прогретые листы меняют свои внутренние свойства, они перекаливаются и делаются хрупкими. В результате получаются трубы, которые при изгибании обнаруживают особую хрупкость, заключающуюся в том, что на поверхности трубы образуются трещины и изломы (фиг. 4). Обработка таких труб труборезами или клуппами очень затруднительна и подчас невозможна. Исправление таких труб тоже невозможно. Единственно доступным является исправление труб, имеющих вскрытый или плохо проваренный шов. Это делается посредством автогенной сварки. Однако, способ этот тоже не следует особенно рекомендовать, так как замена испорченной трубы новым куском во многих случаях дешевле, чем всякого рода исправления, не всегда дающие благоприятные результаты.

Толщина стенок труб, сваренных „в нахлестку“, может быть сравнительно тоньше, чем толщина стенок других труб. Газовую резьбу на такие трубы нарезать нельзя и соединение таких труб между собой происходит не посредством муфт, а посредством фланцев. Трубы эти именуется патентованными „дымогарными“ трубами. Нижеследующая таблица характеризует их главные размеры:

Таблица 2. Патентованные дымогарные трубы.

Размер	Диаметр внутрен. прохода в мм	Наружн. диаметр в мм	Поверх- ность в кв. м на пог. м	Объем в д/м	Вес в кг/м
3	70	76	0,239	3,85	5,35
3 1/2	82	89	0,280	5,35	6,78
4	94	102	0,320	7,01	9,01
4 1/2	106	114	0,358	8,91	10,10
5	119	127	0,399	11,12	12,03
6	143	152	0,478	16,06	16,22
6 1/2	156	165	0,518	19,11	17,65
7	169	178	0,559	22,43	19,08
8	192	203	0,638	28,95	26,50
9	216	229	0,719	36,64	35,30

Именуются вышеозначенные трубы по их наружному диаметру. Так как изготовление вальцов значительно дороже изготовления стержней, то при прокатке труб с более тонкими стенками выгоднее менять новые стержни, чем менять вальцы. И в этом случае наружный диаметр труб остается неизменным, в то время как внутренний меняется. Таким образом, ошибки происшедшие в местах могут быть легко исправлены самым способом прокатки. Благодаря таким приемам совершенно исключаются дефекты в трубах этого рода и нет опасения получать трубы с пузырями и вредными вадутями от несовершенства листов железа.

Что же касается степени нагрева труб, то таковая имеет большое влияние на их прочность и доброкачественность. Слабое нагревание труб может вызвать недостаточную сварку швов, а чрезмерное нагревание, хрупкость и непрочность материала. В то время как исправление сваренных в стык труб все-таки возможно, хотя и с большим трудом, — сваренные в нахлестку трубы какому-либо исправлению не поддаются.

При выработке цельнотянутых труб не имеющих вообще никаких швов, материал подвергается очень сильным деформациям. Поэтому для выделки их могут быть применены только лучшие сорта железа. Это обстоятельство однако имеет тот недостаток, что трубы при их обработке приобретают значительную твердость, так что до их употребления необходимо концы „отпустить“. Трубы эти изготавливаются всех размеров, начи-



Фиг. 4. Газовая труба с диаметром  $\frac{1}{2}$ " с трещинами обнаружившимися на поверхности вследствие перегрева трубы. Рисунок пером с натуры.



Фиг. 5.  $\frac{20}{26}$  мм патентованная труба плохой сварки. Рисунок по натуре. Угол отвернут монтером. На самой трубе не заметно дефекта.

ная от размеров обыкновенных газовых труб, кончая наибольшими размерами дымогарных труб. В СССР трубы изготавливаются только больших размеров, начиная от 2" и выше.

Трубы более мелкого диаметра выписывались из-за границы.

**Оцинкованные трубопроводы.** Трубы для водопроводных работ оцинковывают в специальных резервуарах. Труба очищается едкими растворами от всех загрязнений и погружается в расплавленный цинк. При этом труба покрывается тонким слоем цинка, предохраняющим ее от ржавчины.



Фиг. 6. Оцинкованная труба с большим цинковым отложением. Рисунок первым по натуре. Черное место обозначает разрез через цинк. Закупорка трубы произошла почти полностью.

При такой обработке трубы может случиться, что жидкий цинк, быстро охладившись, может образовать в трубе неровности и даже закупорки.

Поэтому рекомендуется настоятельно, прежде чем пустить трубу в дело, подвергнуть ее тщательному осмотру.

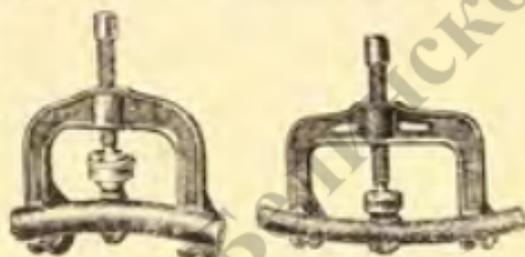
Так как при сильном нагреве оцинковка трубы значительно страдает, то нет никакого смысла исправлять плохо сваренные трубы автогенными горелками. Такие трубы следует браковать и заменять новыми.

Оцинкованные трубы имеются всегда в продаже. Дымогарные же трубы не всегда имеются на рынке и потому их следует предусмотрительно заказывать.

**Медные трубы.** Медные трубы изготавливаются очень тонкостенные. Чаще всего они согнуты из медных листов и спаяны по шву. Дефекты у этих труб имеются почти исключительно по линии спайки швов. Имеются еще способы получения цельнотянутых труб, отличающихся необыкновенной равномерностью толщины стенок. Но употребление их очень ограничено и они редко имеются готовыми в продаже.

Во избежание каких-либо недоразумений следует при заказе труб всегда указывать размеры их внутреннего диаметра. Это необходимо делать потому, что стенки труб могут иметь разную толщину, несмотря на одинаковые наружные диаметры.

**Выпрямление труб и обработка их.** Получаемые с заводов трубы бывают иногда не достаточно прямые, чтобы пустить их без исправления в дело. Они должны быть выпрямлены, при чем это делается посредством особых зажимов указанных на фиг. 7.



Фиг. 7. Зажим.

Зажим состоит из хомута, имеющего на двух своих концах широкие подушки, служащие опорой для труб. В средней части зажима имеется нарезной шпindel, оканчивающийся тоже широкой подушкой. Трубу кладут в зажим таким образом, чтобы вогнутая сторона ее пришлась на подушки хомута. Посредством вращения шпинделя труба подвергается большому нажиму, и постепенно под влиянием все усиливающегося давления принимает нужную форму.



Фиг. 8. Верстак.

Все трубы поступают на стройку такой же длины какими они выпускаются заводами. В очень редких случаях применяется труба в дело без всякой предварительной обработки. Обыкновенно же поступающие на стройку трубы подвергаются специальной обработке.

М. 253881

КНИГДАРА ИЛИ  
СВЕРДЛОВСК

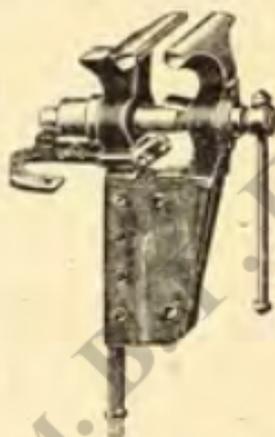
Одним из условий является солидное, надежное укрепление трубы. Для этой цели служат слесарные тиски укрепленные к верстаку. Верстак (фиг. 8) состоит из тяжелого, крепкого стола с запирающимися ящичками, служащими для хранения инструментов и мелких частей. К этому столу прикрепляются наглухо зажимы и тиски.

Собственно специальный зажим для труб (фиг. 9) представляет собой хомутообразную стойку с крепким

основанием и вертикальным подвижным шпинделем, имеющим на конце прямоугольный зажим. При поворачивании шпинделя зажим ложится на трубу и крепко прижимает ее к нижнему основанию стойки.



Фиг. 9. Зажимные тиски.



Фиг. 10. Простые тиски. Форма Эргардта.

Для удержания других частей трубопровода: фасонных частей и проч. существуют слесарные тиски (фиг. 10), действие которых всем известно и особого пояснения не требует.

Для небольших работ применяют иногда зажим устроенный на трехножке (фиг. 11).

Он имеет то преимущество, что может быть сложен и легко переносим. Для большей устойчивости прикреплен к нижней части трехножки особая доска, на которую становится рабочий во время работы. В виду легкости конструкции зажима, применение его ограничено и для больших работ с тяжелыми трубами непригоден.

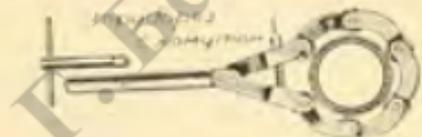
Трубу обрезают сначала на концы определенной длины. Для этого служат так называемые труборезы. Режущей частью этого инструмента являются острые ролики, прижимаемые к поверхности трубы под прямым углом к ее оси. Для небольших размеров труб существуют труборезы с тремя роликами (фиг. 12).



Фиг. 11. Зажим-пионер.



Фиг. 12. Труборез с тремя колесиками и независимым от рукоятки регулировочным приспособлением.



Фиг. 13. Цепной труборез.

Если же требуется обрезать трубу диаметр которой настолько велик, что обхвату трехроликовым труборезом не поддается, то для этого случая применяют так называемый цепной труборез (фиг. 13).

Способ пользования им простой. Цепь с роликами накладывают на трубу и прижимают ее особым винтом плотно к поверхности. Ролики размещаются необходимо расположить перпендикулярно к оси трубы. Затем поворачивают труборез с помощью рукоятки вокруг трубы несколько раз, пока не ощутится в руке некоторое облегчение работы. После этого поворачивают особым ключом винт до тех пор, пока ролики с новой силой прижмутся к трубе. Процесс повторяется до тех пор, пока нужная часть трубы свободно отделится.

При косо́й насадке трубореза на трубу гладкого среза не получится. След получается винтообразный. При этом часто бывает что рабочий желая испра-

вить на ходу свою ошибку придает труборезу некоторое давление в сторону. От этого, разумеется, в первую очередь страдает инструмент, и порча его чаще всего является следствием такого обращения.



Фиг. 14. Вид обрезаемого конца трубы.

Под влиянием давления роликов и их режущего действия, железо трубы выдавливается несколько наружу, пока ролики не врежутся в железо на определенную глубину. С этого момента железо начинает вдавливаясь во внутреннюю сторону (фиг. 14).

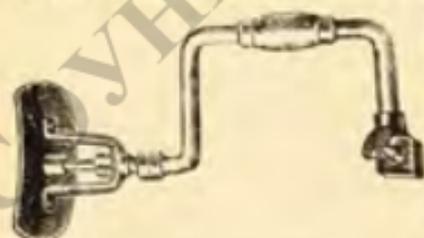
Вследствие этого образуется на трубе как изнутри, так и снаружи, некоторое утолщение стенок, которое необходимо удалить. Это достигается с наружной сто-



Фиг. 15. Конусообразный фрезер для труб.

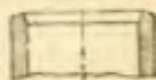
роны простым напильником, а с внутренней особым конусообразным фрезером, насаженным на коловорот (фиг. 15 и 16).

Фрезер вставляется в отверстие трубы и приводится коловоротом во вращательное движение. При этом острая часть фрезера врезается в утолщение и стачивает часть внутренней стенки трубы (фиг. 17).



Фиг. 16. Коловорот.

Наружное утолщение трубы обыкновенно удаляется монтером, так как утолщение это



Фиг. 17.

делает дальнейшую обработку трубы невозможной. Зато внутренняя часть трубы остается часто не обра-

ботанной, или обработанной, но слишком недостаточно. Это упущение, которое в собранной системе вообще трудно проследить, может иметь очень тяжелые последствия: значительное увеличение сопротивления в трубопроводе, нарушение действия всей системы, отставание одной части стояков от другой, возникновение шумов в системе и проч.

Вследствие спливания конца трубы, длина ее несколько сократится. Это обстоятельство необходимо учесть, особенно в тех случаях, когда важно установить точные расстояния между частями труб.

Мелкого диаметра трубы удобнее всего обрезать „ножовками“. Для этой цели употребляют стальные, зазубренные полотна, крепко зажимаемые в хомутообразные рукоятки (фиг. 18).



Фиг. 18. Изображает обыкновенную слесарную ножовку.

Имеющийся на одном конце винт служит для укрепления и натягивания полотна. Даже при больших диаметрах труб иногда полезно прибегать к ножовкам, особенно тогда, когда требуется соблюсти их точные длины.

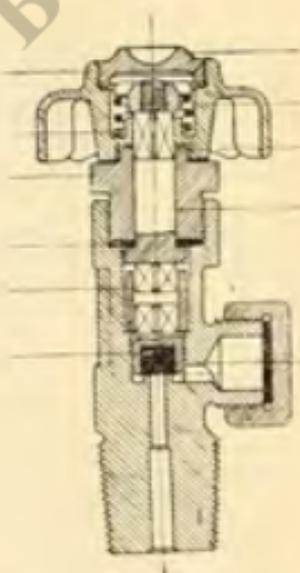
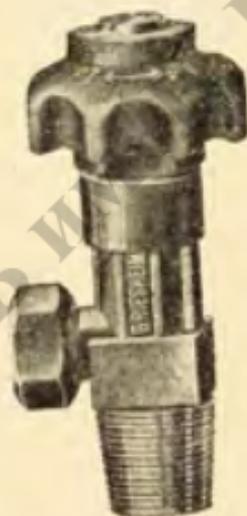
**Соединения труб.** Соединение труб между собою за последние годы все более и более производится с помощью автогенной сварки. При этом концы труб, соединяемые между собою, нагреваются с помощью особых горелок до точки плавления. Промежуточное расстояние между ними заполняется расплавленными каплями проволочного железа. Таким образом, получается крепкое однородное соединение. Для получения пламени в форме струи в настоящее время почти исключительно употребляется смесь двух газов ацетилена и чистого кислорода.

Кислород сам по себе бесцветный газ, не имеющий запаха и являющийся активным составом воздуха при горении. Он вырабатывается на специальных заводах и получается в почти чистом виде, с кое какими незначительными примесями. Он сохраняется в специальных цилиндрических баллонах (фиг. 19) емкостью в 40 л под давлением около 150 ат.

Означенные баллоны подлежат особому техническому надзору и должны время от времени подвергаться систематическому испытанию и проверке. Обращение с ними вследствие высокого давления, которому они подвержены, должно быть очень осторожное особенно при тран-



Фиг. 19. Газовый баллон. Внизу виден четырехугольный венчик для устойчивости баллона. Наверху находится затвор, защищенный особым колпачком.



Фиг. 20. Вентиль.

спорте, а равно и при хранении. Незначительные повреждения могут быть причиной не только истечения газов, но причиной тяжелых взрывов.

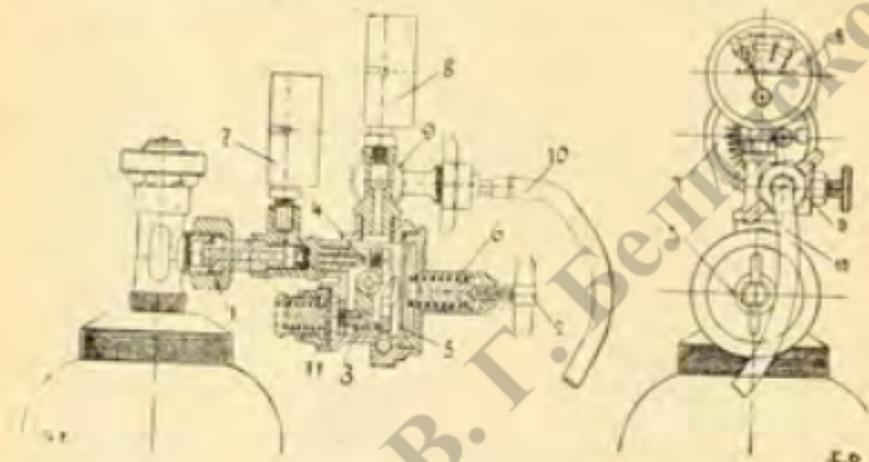
Обыкновенно их сохраняют в прохладном месте и в лежачем виде, а пользуются ими устанавливая их вертикально. Для устойчивости баллоны снабжаются особыми подставками, в виде четырехугольных венцов, прикрепленных к днищу.

В отличие от других баллонов, баллоны с кислородом окрашиваются в синий или черный цвет, в то время как баллоны с горящими газами окрашиваются в красный.

На верхнем конце баллона находится вполне надежный запорный вентиль (фиг. 20) защищаемый во время транспорта особым плотно навинченным предохранительным колпаком. Конструкция запорного вентиля должна быть, соответственно высокому давлению, особенно надежная. Ход же его при пользовании, несмотря на его плотную посадку, должен быть легким. Боковое отверстие вентиля для выпуска газа прикрыто предписанным законом колпаком и имеет правую резьбу, в то время как все вентили для горючих газов имеют левую резьбу.

Во время пользования газом давление его должно быть равномерное и всегда иметь определенный напор. Только это обстоятельство гарантирует хорошую работу. Для этого необходимо, чтобы между баллонами и горелкой существовало особое регулировочное приспособление, способное действовать без отказа, несмотря на большие колебания в давлениях. Для правильного действия редуктора (или манодетандера) и наблюдения за его работой, необходимо установить между ними и горелкой чувствительный манометр со шкалой, с ясно нанесенным делением. Иногда устанавливают манометр с особым делением, предназначенный для специальных целей. Так как, несмотря на хорошее действие манодетандера, могут произойти перебои в работе. Вследствие малого количества газа в баллоне, необходимо иметь возможность контролировать его содержание. Наконец, следует иметь особое приспособление для регулирования количества истекаемого газа, в зависимости от количества и величины употребляемых горелок.

Таким образом, оборудование баллона составляется из следующих частей: манометра для определения давления газа в баллоне, редуктора или манодетандера, манометра для определения рабочего давления, запорного вентиля соединенного с резиновым рукавом, — шлангой. На чертежах фиг. 21 и 22, изображающих

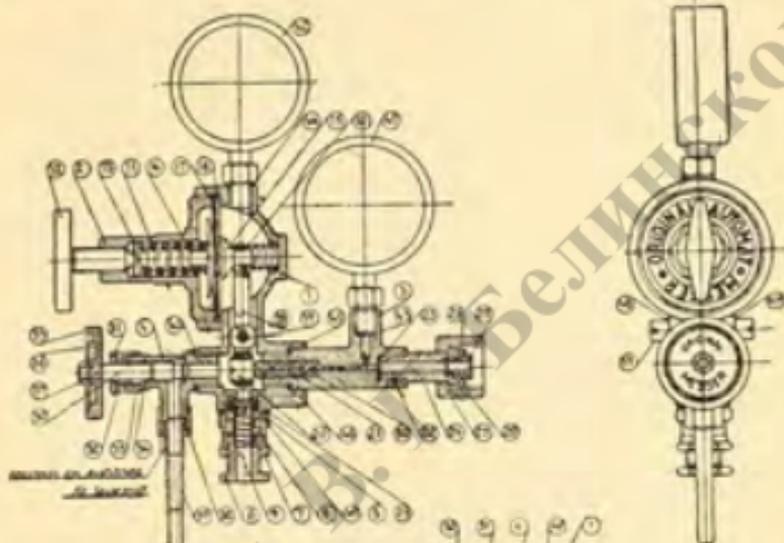


Фиг. 21. Механизм баллона. На чертеже известно: 1—приспособление для прикрепления всего механизма к баллону. 2—регулирующий винт редуктора. 3—часть редукционного приспособления. 4—манометр (финиметр). 5—манометр рабочего давления. 6—присоединение к рукаву. 7—предохранительный клапан.

самые распространенные виды вентиляей возможно усмотреть важнейшие детали их устройства.

До посадки всего механизма следует немного приоткрыть запорный вентиль и струей газа прочистить возможно засорившееся отверстие прохода. Закрыв обратно вентиль отвертывают предохранительный колпак и насаживают легким вращением муфту механизма на остриек. Для испытания всего устройства на непроницаемость оставляют вентиль, соединяющий резиновую шлангу с механизмом, закрытым. Затем открывают редуктор вращением его влево до отказа и открывают осторожно запорный клапан баллона.

Только после этого устанавливают редуктор на требуемое рабочее давление. Затем закрывают запорный клапан баллона и наблюдают за манометром. Если произойдет падение стрелки манометра высокого давле-



Фиг. 22. Механизм баллона. На чертеже явствует: 1, 2, 10 до 22 и 52 — части редуктора. 3 и 4 — части корпуса. 5 до 9 — части предохранительного клапана. 23 до 29 — части корпуса и присоединения. 30 по 37 — части запорного вентиля к горелке. 38 по 40 — соединительные вентили с корпусом и рукавом. 41 — финиметр. 42 — манометр рабочего давления. 43 по 51 и 54 — соединительные части.

ния, то можно сделать вывод, что в механизме имеется какая то неплотность. Если же произойдет падение стрелки на рабочем манометре, то неплотность эта должна находиться в соединительных частях за рабочим манометром. Неплотности возможно установить с появлением пузырей при покрытии механизма мыль-

ным раствором. *Поднесение пламени* к механизму никоим образом *недопустимо*, так как это огнеопасно. После этого устраняют неплотности, но *без какого либо применения масла или сала*, так как эти средства, под действием кислорода, легко воспламеняются.

Испытание механизма на его непроницаемость должно производиться изредка в течение всей работы, так как иначе может произойти незаметное истечение газа, представляющее всегда большую опасность.

При большом холоде происходит конденсация воды на частях механизма, затрудняющая работу с манодетандером, а иногда делающая работу невозможной. Поэтому необходимо предохранять баллоны как от тепла, так и от чрезмерного холода.

Все работы по исправлению частей механизма, кроме разве работ по исправлению неплотностей, принадлежат к категории работ по точной механике, за которые мастер приниматься не должен. Не вполне надежные части механизма должны отправляться для исправления на специальную фабрику.

При выключении горелки из системы не следует только ограничиваться занором вентиля у шланги; следует сперва закрыть вентиль баллона, а потом спустить редукционный вентиль до минимума. Этим способом производится разгрузка манометра и он сохраняется.

Кислородные баллоны снабжаются в верхней своей части надписью с указанием пробного давления (225—250 ат), даты последнего испытания и водяной емкости баллона в литрах. Единицей измерения газовой емкости служит  $l$  или  $1 \text{ куб. м}$  кислорода при  $P = 1$  ат. Газовая емкость кислородного баллона определяется умножением водяной емкости его на давление газа по манометру в ат. Бутылочный вентиль кислородного баллона снабжен правой нарезкой — на штуцере манодетандера и на левой — для водородных баллонов. Открытие вентиля для выпуска газа должно производиться медленно; быстрое открытие может вызвать возгорание прокладок вентиля и манодетандера. Пределы рабочего давления кислорода 0,2—3,5 ат. Для пуска в ход и эксплуатации баллона следует: 1) перед открытием бутылочного вентиля повернуть регулирующий винт до момента нажатия пружины; 2) медленно открыть бутылочный вентиль; 3) открыть дроссель-клапан манодетандера; 4) установить рабочее давление; 5) при

коротком перерыве в работе закрыть дроссельклапан; 6) при длительном перерыве закрыть бутылочный вентиль и ослабить регулирующий винт; 7) остерегаться масла и жира; 8) замерзший вентиль отогревать горячей водой. *(Примечание ред.)*

Ацетиленовый газ тоже изготавливается на фабриках и транспортируется в баллонах. Это газ химического состава, чувствительный на разные воздействия, а особенно чувствительный при высоком давлении, представляя опасность взрыва.

Давление его в баллонах не должно превышать 15 ат.

Благодаря способности газа растворяться в известной жидкости и впитываться в особую пористую массу, научились сохранять ацетилен без увеличения его давления в объеме в десять раз меньшем, чем в обыкновенном. В этой форме он имеется в продаже на зарубежных рынках под названием „Ацетилендиссус“. Извлечение его из баллона происходит так же легко, как извлечение чистого несвязанного газа.

Для отличия от кислорода ацетиленовые баллоны окрашиваются в красный цвет, а их запорные вентили имеют левую резьбу. Вид и устройство баллона, запорного вентиля и всего регулирующего механизма такой, как у кислородного баллона, только манометр высокого давления указывает давление не 150 ат, а всего лишь 15.

Для полного сгорания ацетилена требуется 2,5 кратное количество кислорода. Во избежание обратного удара пламени, необходимо большую часть кислорода направить в пламя самой горелки и лишь 0,4 всего потребного количества смешать с ацетиленом до выпуска его наружу. Остаток кислорода необходимый для сварки, поступает в горелку из окружающего воздуха.

Поэтому при аккуратной и умелой работе расход ацетилена и кислорода происходит почти в одинаковых количествах.

Часто пользуются не готовым ацетиленом, а производят его собственными средствами.

Он представляет собой газ, получаемый от соединения воды с карбидом кальция. В свою очередь карбид кальция представляет собой род химического образования кальция, главным составом которого является соединение извести с углеродом. Это темно-серая масса очень твердой консистенции, поддающаяся измельчению только при помощи сильных механических воздействий. Под влиянием, однако, сырости масса эта распадается на белый порошок, выделяя при этом ацетилен и гашеную известь. В виду того, что карбид почти никогда не бывает химически чистым, что помимо образования ацетилена выделяются еще другие газы, имеющие противный, своеобразный запах, он делается еще более заметным, при плохо действующих горелках.

По роду соединения карбида с водой различают три способа образования ацетилена.

1. Способ, при котором карбид, в зависимости от потребности, падает в резервуар с водой.
2. Способ, при котором карбид, засыпанный плотно в резервуар, смачивается постепенно снизу водой.
3. Способ, при котором карбид, засыпанный плотно в резервуар, орошается сверху каплями воды.

Все эти 3 рода газогенераторов представлены на рынке целым рядом пригодных для эксплуатации аппаратов. Остановимся на кратком описании по одному из аппаратов каждой группы.

1) Аппарат системы Келлер и Кнаних состоит из цилиндрического, внизу конусообразного сосуда, имеющего сбоку воронку для пополнения его водой (фиг. 23).

Внизу он имеет отросток с краном для спуска содержимого. Над сосудом прикреплен колпак свободно двигающийся в вертикальном направлении. Внутренняя полость его изолирована слоем воды от атмосферы. В верхней части колпака пристроен сосуд с карбидом, имеющий хомутообразный затвор. Нижняя часть сосуда оканчивается отверстием с крышкой и балансиром. При опускании колпака до определенного уровня, балансир касается отростка и крышка открывается.

Внутреннее пространство колпака с газом сообщается с цилиндрическим сосудом, посредством особой трубы. Сосуд содержит пористую массу, служащую средством для очищения газа от примесей. Сосуд имеет на верхнем своем конце кран, для выпуска газа, а на нижнем приспособление для опорожнения сосуда.

Действие аппарата может быть безукоризненным в том случае, если все части его имеют свободное движение и все проходные отверстия чисты. Поэтому следует обращать внимание на абсолютную чистоту частей аппарата, а в особенности наблюдать за тем, чтобы не было осадков извести на какой-либо из частей. До употребления аппарата в дело необходимо его старательно очистить и осмотреть. Загрязненный или поврежденный аппарат должен быть монтером забракован. Принятый аппарат числится за монтером, как вполне пригодный и его долг и обязанность с этого момента следить за чистотой и исправностью аппарата.

После сборки аппарата наполняют внутреннюю полость его водой на высоту около 100 мм от верхнего края резервуара. Затем, пользуясь воронкой, наполняют постепенно сосуд водой. Колпак при этом начинает подниматься, а вместе с колпаком и вода, находящаяся в пространстве между колпаком и резервуаром. Если уровень воды приблизится к краю резервуара на слишком близкое расстояние то, пользуясь газовым краном, выпускают часть воздуха и колпак садится. Если при среднем положении колпака вода появится на уровне нижнего края воронки, то воды в резервуаре достаточно.

После этого засыпают в сосуд карбид через верхнее его отверстие. Наполнив его, прикрывают плотно крышку и замыкают ее хомутобразным затвором. Осторожным открытием крана выпускают часть воздуха. Колпак садится, нижняя крышка открывается, часть карбида падает в воду и образование ацетилена начинается. Вследствие выделения газа и увеличения давления, колокол поднимается и крышка автомати-

чески закрывается. По мере выпуска воздуха процесс повторяется.

При значительном повороте крана истечение воздуха получается более сильным. Следует при этом иметь в виду, что крышка сосуда с карбидом может приоткрыться значительно больше, чем это нужно, и стать, таким образом, причиной чрезмерно бурного образования газов. От этого легко может осыпаться крышка и настолько загрязниться, что для очистки ее потребуется полная разборка аппарата.

Такие генераторы требуют мелкозернистый карбид, так как более грубые зерна с трудом проваливаются через узкую щель крышки.

Вес колпака (газгольдера) придает газу вполне определенное давление, достаточное для правильной работы с ним. Благодаря воде, находящейся в промежуточном пространстве, особое превышение давления невозможно. При давлении же газа, превышающем норму, вода выбрасывается. Если монтер попытается для лучшего преодоления сопротивления в газопроводе увеличить вес колпака особой нагрузкой, то действие аппарата прекращается и вода выбрасывается.

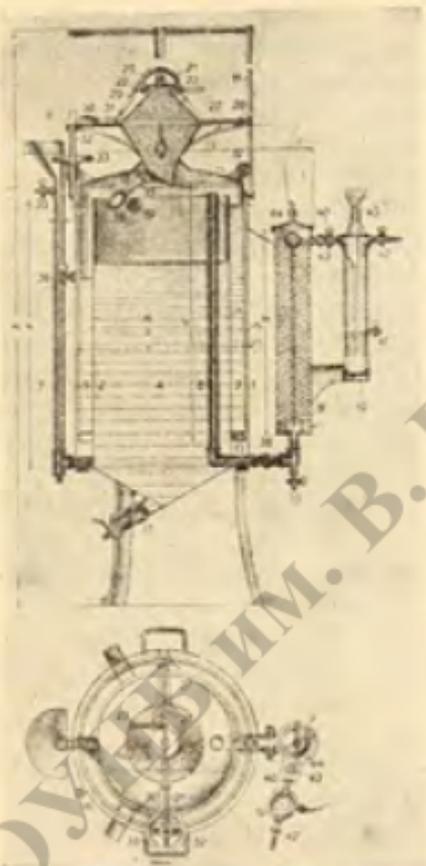
Из этого следует ясно, что аппарат и его газопровод необходимо содержать в чистоте и следить за его газонепроницаемостью. Особенно при новом заполнении аппарата карбидом необходимо предварительно очистить карбидный сосуд, а равно удалить из нижней части резервуара, отложившийся на дне, известковый осадок.

В нижний конец очистителя легко может забраться вода, которая может помешать прохождению газа. Ее можно легко удалить, открыв нижний кран у очистителя.

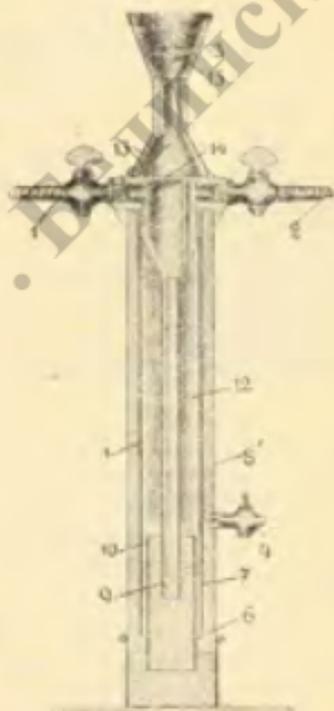
Кроме того необходимо изредка испытывать аппарат на его непроницаемость. Колпак должен при закрытом выходном отверстии некоторое время оставаться на одной и той же высоте. Если этого не получится, то аппарат пропускает газ и нужно найти место его неплотности. И в данном случае следует для этого

дела применить мыльный раствор, но отнюдь не пользоваться огнем.

Исправление частей аппарата допустимо только в том случае, если он совершенно свободен от газа. Лучше всего ремонтировать его в разобранном виде. Щели и пористые места могут быть сва-



Фиг. 23. Ацетиленовый генератор по принципу падения карбида в воду.

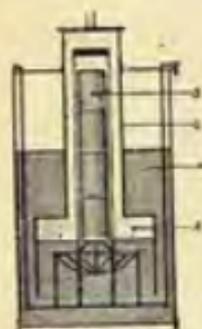


Фиг. 24. Водяное предохранительное устройство.

рены автогенным способом. Все остальные повреждения могут быть исправлены обыкновенными слесарными приемами.

Для предохранения аппарата от возможности проникновения в него кислорода генератор снабжается водяным предохранительным устройством. Устройство его изображено на фиг. 24.

Газ, выходя из аппарата, направляется по средней трубке в воду и проходя через нее, выходит через средний цилиндр в горелку. Обратный удар пламени может достигнуть только поверхности воды в предохранителе и затем потухнуть. Может случиться, что кислород, ища выхода, вследствие закупорки отверстия



Фиг. 25. Беагид-Ацетиленовый генератор д-ра А. Валкер.

горелки, начнет давить в направлении обратном движения газа. Тогда вода из среднего кольца устремится с одной стороны в трубку, а с другой стороны в крайнее кольцо предохранителя. Уже при небольшом количестве выдавленной воды уровень ее в крайнем кольце поднимается настолько высоко, что предохранительный слой ее легко прорывается и кислород выходит через воронкообразное отверстие наружу. Отверстие снабжено свистком, так что малейшее нарушение подобного рода дает о себе немедленно знать.

В случае отсутствия означенного предохранения, кислород может проникнуть в газогенератор и быть причиной сильного взрыва с тяжелыми последствиями.

2) Ко второй группе ацетиленовых аппаратов принадлежит аппарат системы „Беагид“ (фиг. 25).

Он имеет преимущество над первым благодаря своему незначительному объему и кроме того вследствие отсутствия в нем каких-либо двигающихся частей.

В сравнительно небольшой сосуд подвешен колпак, снизу открытый. Колпак содержит особой формы цилиндрический сосуд наполняемый карбидом. При полной зарядке аппарата вкладывают в него 4 „натрона“ от 0,5 до 1,0 кг весом каждый. Вследствие своего

веса и в зависимости от расходуемого количества газа, карбид постепенно опускается вниз, оставаясь все время на уровне нижнего края.

При выпуске газа через верхний вентиль, вода в сосуде немедленно поднимается и, смачивая нижнюю часть патрона, способствует выделению газа. При усиленном пользовании газом, вода поднимается выше, смачивание происходит сильнее и выделение газа происходит интенсивнее. При сокращении пользования газом, давление его увеличивается и вода вынирается из под колпачка. В случае если образование газа не прекращается, водяной предохраняющий слой прорывается и излишний газ выбрасывается наружу.

При аппарате находится очистительный сосуд и предохранительное устройство, похожее на вышеописанное.

Так как образование ацетилена происходит соответственно его расходу, то большого газохранилища предусматривать не нужно. Это обстоятельство дает возможность конструировать аппараты небольших размеров.

При зарядке аппарата необходимо разобрать все его устройство. Это обстоятельство хотя и считается недостаточным в части его обслуживания, но зато способствует содержанию его в чистоте и облегчает значительно работу по удалению осадка образующегося на дне.

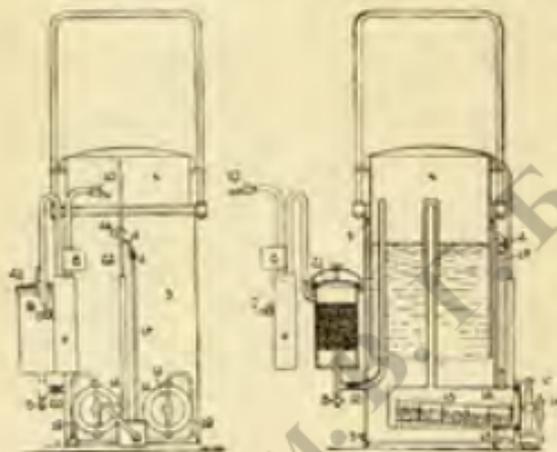
Серьезные повреждения во время транспорта с ним происходят редко, так что генератор этот всегда приспособлен к работе.

Неудобным является приобретение карбида в форме газовых патронов. Однако монтеры в практике приспособлялись таким образом, что брали железные банки с проделанными отверстиями, наполняли их крупным карбидом и вставляли их в аппарат вместо патронов. Рекомендовать однако этот способ нельзя, так как вода из этих сосудов удаляется не полностью и процесс образования ацетилена продолжается еще

долго после того, когда расходный вентиль давно уже закрыт.

Откалывание частей карбида от патрона могло бы тоже служить причиной последующего газообразования. Однако такого рода неожиданности происходят в практике редко и о них говорить не приходится.

3) Переходим, наконец, к описанию генератора третьего типа посредством орошения карбида водой (фиг. 26).



Фиг. 26. Ацетиленовый генератор посредством орошения карбида водой. Модель S.

Он состоит главным образом из большого водяного резервуара с легкодвигающимися колпаками и двумя внизу пристроенными камерами для образования газа. С одной стороны они сообщаются с колпаком посредством трубки через пространство, заполненное водой, а с другой стороны — имеют плотно закрывающуюся крышку с хомутообразным винтовым затвором.

В камеры, разделенные перегородками на отделения, кладут карбид любой величины, имеющийся повсюду в продаже и плотно прикрывают крышку. Особым рычагом предохраняют затвор и затем, поворачивая трехходный кран, дают возможность воде из резервуара каплями орошать карбид. Как только начнет выделяться газ, тотчас же колпак начинает подниматься. Прикрепленный к колпаку регулирующий стержень освобождая клинок, заграждает предохранительный рычаг нижнего затвора и прикрывает водяной кран. При опускании колпака проходное отверстие крана увели-

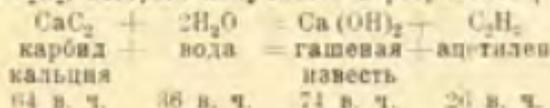
чивается и струя воды усиливается. Только с использованием запаса карбида, колпак опускается настолько, что регулирующий стержень действуя обратно на клинок, открывает камеру. Тем временем другая камера, наполненная карбидом, уже готова и с установкой ее на место генерация может не прерываясь продолжаться. Обработанную камеру освобождают от остатков карбида, очищают ее от извести, просушивают, наполняют свежим карбидом, закрывают и, по окончании действия другой камеры, ставят ее обратно в аппарат для дальнейшего использования.

Ацетиленовый очиститель и водяное предохранительное приспособление накрепко приделаны к аппарату.

Большое преимущество этой системы заключается в том, что монтеру предоставляется возможность употреблять карбид какого угодно размера и измельчать его по собственному усмотрению. Другой хорошей стороной этой системы является необходимость основательного очищения аппарата, при каждом новом его заполнении, не прерывая его действия.

С другой стороны означенная система имеет много подвижных частей, повуждающих монтера к тщательному уходу за аппаратом и недопускающих исправления их на месте. Аппараты, вызывающие сомнение в их исправности должны быть возвращены обратно для исправления.

Наиболее широкое применение в автогенном деле имеет ацетилен  $C_2H_2$ , который получается в результате реакции.



По этой формуле из 1 кг чистого карбида получается 340 л ацетилена при 1,15 кг шлака. Практически 1 кг карбида дает от 250—300 л ацетилена. На практике для разложения 1 кг карбида требуется 10 л воды, что объясняется необходимостью предохранить газ от перегревания и вместе с тем избежать ухудшения сварки. Предельная  $t^\circ$  воды в ацетиленовых аппаратах 40—50°. Наиболее ходовая granulация карбида 20—50 мм. Наличие карбидной пыли может

вызвать взрыв аппарата и значительно понижает газопроницаемость кускового карбида. Ацетилен под давлением свыше 2 ат. и смесь ацетилена с воздухом при содержании в смеси от 3 до 65% ацетилена также легко взрывается; эта смесь самовозгорается при 400—450°. Промышленный ацетилен содержит сернистый водород, фосфористый водород, аммиак и кремнистый водород,—все примеси вредные для качества сварки. Все они, за исключением фосфористого водорода, удаляются из газа промывкой его в холодной воде. Для окисления фосфористого водорода применяется соединение хрома и хлора или патентованный препарат гератол.

*(Примечание ред.).*

Нет никакой возможности не только описать, но даже упомянуть о всех разновидностях аппаратов, имеющих в продаже на рынке. На основании только что описанных типовых образцов будет легко примениться к каждой другой системе аппаратов и правильно их использовать. Для соединения ацетиленового аппарата, или баллона с горелкой, служит резиновый рукав, который насаживается и крепко прикрепляется к отрезку с запорным краном. Следует однако избегать сильного растяжения шланги, так как она от этого страдает и легко портится. Особенно нужно обращать внимание на места присоединения, так как они часто являются досадными причинами простоя в работе. Если конец шланги настолько растянут, что начинает пропускать газ, то следует ее обрезать и сократить на соответствующую длину.

По крайней мере один раз в неделю нужно тщательно осмотреть и испытать шлангу не имеет ли она случайные прорывы или трещины. Все эти дефекты должны быть немедленно устранены. Какие-либо исправления на стройке недопустимы и каждый брызг с аппаратом опасен.

Горелки без исключения состоят из соединения двух трубок, идущих от ацетилена и кислорода, с выключателями, чаще всего коническими кранами, с устроенными в них особыми смесителями, в которых оба газа подвергаются хорошему смешению, длинным отрезком, называемым смесительной трубой, слу-

жащей, главным образом, для предохранения смесителя от чрезмерного нагрева и наконеч самой головки.

Смесительная труба соединена со смесителем посредством муфты и может быть для прочистки отверстий легко отвернута. Головка имеет тонкое отверстие, величину которого подбирают в зависимости о характера предстоящей сварки.

Чаще всего прочищают горелку посредством сильной струи кислорода. Если этого недостаточно, то пользуются медной проволокой, которой протыкают отверстие.



Фиг. 27. Горелка.

Ником образом не следует применять железную или стальную проволоку, так как ими возможно повредить каналчик и сделать горелку негодной.

Для приведения горелки в действие открывают сначала запорный кран для кислорода, а затем уже для ацетилена, и огнем воспламеняют образовавшуюся струю смеси. В случае обратного удара пламени необходимо тотчас же завернуть кран ацетилена. Накалившиеся горелки следует охлаждать погружением их в воду.

Сильно светящееся пламя содержит много ацетилена. Тогда нужно уменьшить струю ацетилена до тех пор, пока не исчезнет светящаяся оболочка и не получится длинный острый огневой стержень. Слишком короткий стержень указывает на избыточность кислорода в пламени.

Можно произвести испытание правильного горения пламени вводом в него железной проволоки. При правильном урегулировании горелки произойдет плавление железа и оно в виде мелких шариков начнет

падать вниз. Излишек кислорода в пламени вызовет сгорание железа с образованием светящихся искр.

Для упрощения ухода за горелкой, объединяют иногда оба запорных крана в один кран. При этом конус вентиля получает два отверстия. Во избежание при таком устройстве перехода ацетиленового газа в струю кислорода и обратно, необходимо чтобы корпус между вводами был разделен и открыт.

Во время работы место сварки накаливается до белого каления и светится с ослепительной силой. Этот свет необыкновенно вреден для незащищенного глаза. Поэтому необходимо, чтобы сварщик работал в затемненных предохранительных очках. Вследствие невозможности избежать некоторого образования искр, следует предохранять руки и одежду соответствующими покровами, лучше всего кожаными или асбестовыми.

Температура сварочного пламени (восстановительная зона) равна от 3 (30) до 3500°. В горелку кислород и ацетилен поступают по резиновым шлангам диаметром 7—9 мм для горючего газа и 8—10 мм для кислорода. Сварочное пламя благодаря значительного количества ультрафиолетовых лучей ослепляюще действует на органы зрения рабочих. При ацетиленовой сварке медных сплавов, — бронзы, латуни, фосфористой бронзы, — происходит выделение паров цинка, сернистых газов, окиси углерода, отравляющих воздух и вредно действующих на здоровье рабочих. Для предотвращения вредных последствий работы по автономной сварке необходима тщательная вентиляция рабочих помещений и снабжение работников специальной одеждой и очками.

*(Примечание Редакции).*

При сварке двух концов доводят края их до точки плавления, прибавляя к ним небольшое количество расплавленной проволоки. Этот сплав должен плотно слиться с свариваемым местом и образовать одну монолитную массу.

Если соединение должно иметь эту же крепость как несваренное железо, то процесс сварки должен проходить равномерно на всю глубину всего шва.

Это однако возможно только в том случае, если пламя горелки полностью охватит всю часть свариваемой плоскости.

Условие это невыполнимо, если края кусков приходятся друг к другу в стык. Если концы касаются друг друга в плотную, то сварка получается поверхностная и недостаточно прочная. Этого нужно избегать во чтобы то ни стало (фиг. 28 и 31).

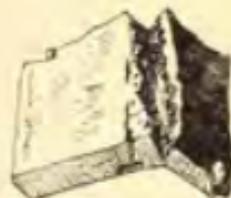


Фиг. 28. Сварка двух концов в стык.

Если оставить между кусками, сохраняя их форму, некоторое пространство, то внутренняя часть края делается для пламени доступной и сварка на всю ее глубину становится возможной. Но при этом можно с уверенностью утверждать, что расплавленное железо всегда проникнет каплями вовнутрь и образует там большие неровности (фиг. 29).



Фиг. 29. Сварка двух концов в стык, с оставлением некоторого пространства между ними. На чертеже изображена капля расплавленного железа, застывшая в нижней своей части в виде вытупа.



Фиг. 31. Плохая сварка. Рисунок пером с натуры. Случай с куском с левой стороны; куски железа были спереди открыты и касались лишь нижней стороной друг друга. Сварка левой части получилась хорошая. С правой стороны произошла только поверхностная сварка, на подобие фиг. 29. С задней стороны произошла только сварка края железа на подобие фиг. 28. Случай с куском с правой стороны обнаруживает подобные же ошибки. В данном случае и на левом куске железа заметна неполная сварка, как в глубину, так и в ширину железа.



Фиг. 30. Сварка двух концов, срезающих под углом друг к другу.

Такого рода сварку нужно считать абсолютно неправильной.

Вполне хорошую сварку возможно достигнуть только в том случае, если места соединения имеют форму

клинообразной щели и обе части плотно соприкасаются друг к другу в нижней своей части (см. фиг. 30). При этом положении, стороны, подвергающиеся обработке, хорошо доступны пламени горелки и прогрев может производиться во всю толщину свариваемых концов. Благодаря осторожной работе всегда возможно достигнуть полного срыва площадей отреза, не нарушая при этом состояния нижнего края.

Предпосылкой для хорошего срыва должно быть то обстоятельство, что нагрев плоскостей должен происходить только до температуры плавления, но никоим образом выше. Слои наносимого железа должны немедленно охлаждаться и затвердевать, как только действие пламени прекратится. Если придерживаться этих температурных условий, то возможно избежать проникновения железа вовнутрь и сохранить при этом хороший срыв частей между собой. Такой осторожный прием в работе делает возможным производить даже сварку снизу вверх, т.е. тогда когда раскрытая часть свариваемых плоскостей обращена вниз и стык внутренней стороны обращен вверх. Необходимость такой сварки часто встречается при прокладке трубопроводов.

Недостаточный прогрев железа противодействует правильному слиянию материала и дает несовершенную сварку (фиг. 31).

Под влиянием высокой температуры и окружающих газов структура железа несколько меняется.

Хорошая сварка получится лишь тогда, когда составные части проволоки в состоянии восполнить те изменения, которые происходят в железе во время сварки. Поэтому не каждая железная проволока может заменить проволоку специального назначения для сварки.

Во всех случаях сварки необходимо, для заполнения и усиления шва, применять припой или сварочную проволоку одинакового с основным материалом качества. Так, для железа, стали и для стального литья применяют мягкую малоуглеродистую, чистую от вредных примесей железную проволоку диаметром  $\frac{1}{2}$ —6 мм. Рекомендуется применение шведской проволоки. Ее анализ: С—

(0,08%, P — 0,06%, Mn — 0,02%, S — 0,006%, Si — 0,01%. Для сварки чугуна, применяют силикокремнистый чугун, отлитый в бруски диаметром 3—20 мм. Для сварки красной меди находят применение электролитическая проволока и специальные припой (Kanzlerdraht). Для сварки различных сплавов меди применяют проволоку тех же составов, что и основной материал. Алюминий сваривается чистой алюминиевой проволокой. В целях предупреждения окисления места сварки, необходимо образование в процессе сварки легкоплавких шлаков, которые появляются лишь в присутствии соответствующих флюсов, сварочных порошков. 1) для чугуна обезжелезненная бура, 2) для красной меди и сплавов обезжелезненная бура и специальные сварочные порошки, довольно сложного состава. (Примечание Редакции).

Так как сваренный кусок металла в момент затвердения имеет у места сварки значительно более высокую температуру, чем в прилегающих точках, то вследствие сжатия, при полном остывании железа, возникают напряжения, которые не следует оставить без внимания. Поэтому необходимо вполне сваренный кусок подвергнуть вторичному накаливанию, дабы дать возможность отдельным молекулам железа перестроиться и уравновеситься в своем напряжении.

Благодаря высокой температуре пламени представляется возможным легко расплавлять железо и таким образом вырезать из трубы какие угодно куски железа. Но при этом получаются на месте сплава капли, быстро застывающие и образующие по линии среза неправильные формы. Ровную линию среза таким образом получить невозможно.

Если же пламя содержит избыточное количество кислорода, то вместо плавления получается сгорание и тогда легко можно добиться точных и ровных срезов.

Однако если в горелку, предназначенную для сварки, добавлять больше кислорода, чем это необходимо для сварки, то в смешительной трубке образуется взрывчатая смесь и пламя может ударить обратно. Для такого рода работы употребляют другие горелки, в которых первоначально образуется смесь равных частей и лишь на конце горелки, через особое отверстие, добавляется непосредственно в пламя струя кислорода.

Весьма полезным является нижеприведенная таблица, дающая возможность определить расход ацетиленового и кислородного газов на один метр шва. Определение по означенным таблицам экономического фактора будет не совсем точно и поправки необходимо делать для каждой горелки в отдельности. Во всяком случае они могут служить достаточно удовлетворительным материалом для исчисления себестоимости означенного производства, ввода в них последующие поправки из собственного опыта.

(Примечание Редакции).

Таблица 3. Калькуляция производительности работ и расхода газа при ацетилено-кислородной сварке.

Толщина железа в мм	№ горелки	Рабочее да- вление ки- слорода	Приближи- тельная да- тельная пла- сварки, пла- мени	Производ. сварщика в м/час	Расход в м <sup>3</sup> /час		Расход на 1 м шва	
					ацети- лена	кисло- рода	ацети- лена	кисло- рода
до 0,3	000	0,2	3	7-8	25	30	3,2	3,7
0,3-0,5	00	0,3	4	8-9	40	55	4,5	6,0
0,5-1	0	0,5	6	9-10	70	80	7,0	8,0
1-2	1	0,8	8	6-8	140	160	17,5	30,0
2-4	2	1,0	12	4-6	290	320	48,3	53,0
4-6	3	1,3	15	3-4	460	550	115,0	138,0
6-10	4	1,5	17	2-3	750	890	250,0	296,0
10-15	5	1,8	19	1,5-2,5	1200	1450	480,0	510,0

Оцинкованные трубы сварки не подвергают, так как от этого страдает слой цинка даже на значительном расстоянии от места работ.

Соединенные при помощи автогенной сварки трубы, без специальной их ломки, разобраны быть не могут. А так как при монтаже не всегда удается обойтись без разбора частей труб, то прибегают в большинстве случаев к старому испытанному способу, к соединению труб посредством газовой резьбы.

Для газовых труб, сваренных в стык, употребляют соединительные части с газовой резьбой. Для оцинкованных труб они оцинковываются, снаружи и изнутри. Резьба их нормализована и главные размеры их помещены в таблице 4.

Таблица 4. Нарезка для газовых труб.

Диаметр трубы в свету		Наружный диаметр нарезки в мм	Внутренний диаметр нарезки в мм	Число нарезов на англ. дюйм
англ. дюйм	в мм			
$\frac{1}{8}$	9,52	16,5	14,8	19
$\frac{1}{4}$	12,7	20,5	18,2	14
$\frac{3}{4}$	19,05	26,5	24,2	14
1	25,40	33,0	30,3	11
$1\frac{1}{4}$	31,75	42,0	39,0	11
$1\frac{1}{2}$	38,70	45,0	45,0	11
2	50,80	59,0	56,0	11
$2\frac{1}{2}$	63,50	76,0	73,0	11
3	76,20	89,0	86,0	11

**Газовая резьба.** В то время, как соединительные или так называемые фасонные части изготовляются машинным способом на фабриках и присылаются на стройку в вполне пригодном для работы виде, трубы должны обрабатываться особо и резьба на них должна нарезаться на месте. Для этой цели существуют так называемые клуппы.

Режущим механизмом клуппов являются плашки, острые ножи, плотно прилегающие к резьбе и навинчивающиеся поэтому при вращении на трубу. Плашки находятся в специальном корпусе и устроены по разному. Две рукоятки прикрепленные к корпусу дают возможность вращать клуппы вокруг оси трубы, с силой необходимой для нарезки резьбы.

Резьба на плашках коническая, так что первая нитка ложится прямо на поверхность трубы. Остальные нитки врезаются все глубже и глубже в трубу, а последняя углубляется в трубы до требуемого предела. Таким образом, резьба шириной в плашку оказывается всегда конической, а более широкая резьба всегда цилиндрической (фиг. 32).

Плашки с резьбой, резцы которых соединены между собой в одно целое, в настоящее время применяются очень редко.

Чаще всего они состоят из двух или более частей. Деление плашек на части дает возможность их под-



Фиг. 32. Цилиндрическая резьба с конически заканчивающимися витками, на трубе сваренной в стык (газовая труба).

вертывать, особенно тогда, когда резцы сработаны. Это обстоятельство значительно удлиняет их срок службы.

Плашки состоящие из двух частей почти без исключения устанавливаются точно двумя винтами. Этот прием требует особого внимания монтера, который должен свежо нарезанную резьбу каждый раз испытать наворачиванием на нее правильно нарезанной муфты.

Муфты, имеющие всегда цилиндрическую резьбу, должны навинчиваться на всю длину трубы без особого труда.

На фиг. 33 изображен клуш с двумя плашками. Они вложены в корпус с косыми направляющими, для предотвращения их от взаимного сдвига по отношению к оси. Легко съемная крышка предохраняет их от выпадания и от вывиха из нормального положения.

Во избежание неправильного косога насаживания клуша на трубу, имеется позади корпуса отросток, обхватывающий трубу вплотную на незначительном расстоянии от резьбы. В зависимости от толщины

вертывать, особенно тогда, когда резцы сработаны. Это обстоятельство значительно удлиняет их срок службы.

Плашки состоящие из двух частей почти без исключения устанавливаются точно двумя винтами.

Этот прием требует особого внимания монтера, который должен свежо нарезанную резьбу каждый раз испытать наворачиванием на нее правильно нарезанной муфты.

Муфты, имеющие всегда цилиндрическую резьбу, должны навинчиваться на всю длину трубы без особого труда.

На фиг. 33 изображен клуш с двумя плашками. Они вложены в корпус с косыми направляющими, для предотвращения их от взаимного сдвига по отношению к оси. Легко съемная крышка предохраняет их от выпадания и от вывиха из нормального положения.

Во избежание неправильного косога насаживания клуша на трубу, имеется позади корпуса отросток, обхватывающий трубу вплотную на незначительном расстоянии от резьбы. В зависимости от толщины



Фиг. 33. Газовый клуш с двумя вставными плашками.

трубы вкладывают в отросток особые направляющие кольца, соответствующие диаметру трубы.

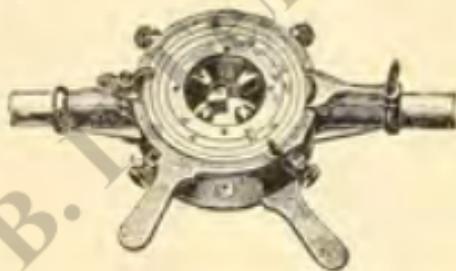
Точное установление резцов и направляющих колец требует большого внимания. Неизбежным следствием неправильного урегулирования того или другого является неправильная резьба и порча инструмента.

Самой слабой и ответственной частью клуппов является корпус для плашек. На них действуют те же силы, которые применяются во время работы, при чем действие этих сил передается на такие части, которые имеют наименьшее сопротивление. Поэтому следует относиться к корпусам клуппов особенно бережно и не подвергать их ударам молотка или еще каких-либо тяжелых предметов.

Грубое насаживание труб на направляющие отростки тоже часто является причиной поломки корпусов. У этого рода клуппов необходимо иметь в запасе для каждого диаметра трубы свои плашки и направляющие кольца.

Этот недостаток устраняется у клуппов с подвижными и многочисленными планками и подвижными направляющими. Род такого клуппа изображен на фиг. 34.

Все четыре плашки заключены в систему неподвижных направляющих и могут двигаться только в радиальном направлении. Поворачиванием направляющего кольца с помощью рукоятки, изображенной в левой части клуппа, возможно одновременно передвинуть все части во внутрь или наружу. Поэтому возможно с одним набором нарезать резьбу разных размеров равного хода. Нанесенное на верхней части



Фиг. 34. Клупп для газовой резьбы с четырьмя переставными плашками и переставными направляющими.

крупна деление, с указанием диаметра труб, облегчает установку размера резьбы.

В таком же роде устанавливаются направляющие с помощью рукоятки, видимой на рисунке справа. Эти клупны имеют еще дальнейшее преимущество в том, что после нарезки могут быть легко сняты с трубы без обратного свинчивания их простым сдвигом рукоятки на большее деление, что дает значительную экономию во времени.

Иногда встречается надобность в обработке трубы уже навешенной и прикрепленной к стене, снятие какой-либо представляет особые затруднения. В этом случае употребляют инструменты с так называемыми трещетками. Они состоят из рукояток,двигающихся влево и вправо и передвигающих зубчатый венец корпуса посредством особого клинка.



Фиг. 35. Одноручный газовый клупн (трещетка) с тремя переставными плашками.

На рисунке (фиг. 35) изображен такой клупн с тремя вставными плашками. Клупны, как правило должны непременно отправляться на стройку в вполне исправном виде и с острыми плашками. Никким образом

монтер не должен заниматься исправлением инструмента на месте работ. Даже обточка плашек должна производиться на фабрике. Затупившиеся плашки должны быть чем либо отмечены и отсортированы от общего инструмента и при первом случае отправлены обратно.

Нарезку следует производить с достаточным смазыванием плашек маслом. Количество масла необходимое для смазывания определяется практически из опыта. Излишки масла неэкономичны, недостаток же масла затрудняет работу резцов и делает резьбу неровной.

Работа по нарезке становится тем легче, чем мягче само нарезаемое железо. Твердое железо осложняет

работу, дает грубую нечистую резьбу и портит инструмент преждевременно. Эту крепость железа возможно до некоторой степени ослабить прокаливанием железа на огне.

Большим облегчением для работы является шлифование напильником закаленной поверхности трубы. Если же конец трубы остается несмотря на это слишком твердым для обработки, то следует трубу отожить и пустить ее в дело для сварочных работ.

В случае разрыва трубы по шву во время ее нарезки, следует этот конец спилить. Никким образом не следует в данном случае прибегать к сварке.

Необходимо обратить внимание на глубину нарезки и ее направление. Слишком глубокая резьба ослабляет трубу и затрудняет набивку и уплотнение соединительной части. Слишком плоская резьба делает насадку частей вообще невозможной.

Чаще всего употребляют в качестве соединительных частей муфты. Они делаются из железа или из ковкого чугуна.

Части из ковкого чугуна, так называемые фитинги, льются из легкоплавкого чугуна и затем обрабатываются способом накаливания для извлечения из них углерода. Благодаря этому процессу, они по составу своему близко подходят к железу, а с другой стороны, дают возможность отливать какие-угодно формы.

В то время, как железные муфты по своему строению совершенно ровные, муфты из ковкого чугуна имеют обыкновенно выпуклый край, а вдоль корнуса — ребра, представляющие большие удобства для их захватывания.

Как правило, они имеют фабричные знаки, дающие возможность легко определить их происхождение.

Резьба у них наносится всегда машинным способом. В зависимости от рода производства различают муфты со сквозной резьбой и муфты с половинной резьбой. У первых резьба проходит насквозь, причем резьба всегда бывает правая, у вторых резьба доходит только с одной и другой стороны до половины и потом

обрывается. Последние имеют или с обеих сторон правую резьбу, или же правую и левую.

Муфты должны быть абсолютно плотными. Каким-либо трещины или поры делают их негодными. Незначительные отверстия могут быть обезврежены осторожной чеканкой. По установке же их на место, исправления такого рода недопустимы. Исправление же их посредством сварки совершенно исключается.

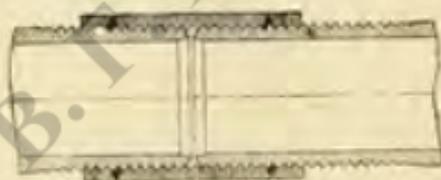
По роду уплотнения частей различают следующие три вида:

- 1) муфты с уплотнением посредством набивки;
- 2) муфты с уплотнением на резьбе;
- 3) муфты с металлическим уплотнением.

Для уплотнения посредством набивки, применяемой в настоящее время в Германии очень редко, служит сама резьба муфты (фиг. 36).



Фиг. 36. Муфта из ковкого чугуна.



Фиг. 37. Соединение двух труб посредством муфты с цилиндрической резьбой, с двумя пазами и набивкой для уплотнения.

На концах муфты выточены небольшие пазы, так что между муфтой и газовой трубой образуется некоторое пространство, в которое закладывается набивка. Эта набивка состоит из льна, или однородного волокнистого вещества, хорошо пропитанного специальным составом. В таком виде ее накладывают на муфту и наворачивают на трубу (фиг. 37).

Так как после насадки муфты набивка оказывается хорошо изолированной от воздуха, то высыхание ее идет очень медленным темпом. Если подвергнуть трубопровод давлению до полного высыхания набивки, то таковая может быть легко выдавлена на-

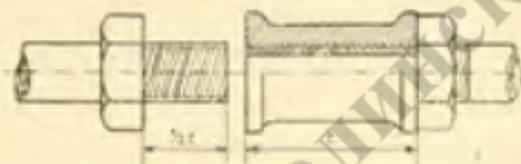
ружу и тогда нет никакой возможности добиться полного уплотнения. Поэтому необходимо, чтобы набивка до ее навертки была бы настолько просушена, чтобы возможно было заложить ее без затруднений. Из этого следует, что монтеру необходимо заготавливать набивку заранее, в достаточном количестве для того, чтобы она могла подсохнуть. Слишком сухие концы должны быть для смягчения легко смочены водой.

Для устройства соединения между двумя трубами нужно нарезать резьбу на одну и на другую трубу; длину резьбы на первой трубе нужно сделать такой, чтобы на нее возможно было навернуть контргайку и половину резьбы муфты. Длину резьбы другой трубы необходимо сделать во всю длину муфты и контргайки (фиг. 38).

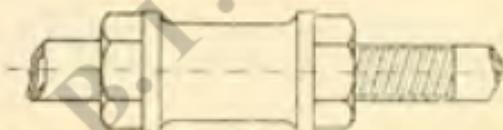
После этого наворачивают муфту и контргайку на длинный кусок резьбы, а другую муфту на короткий (фиг. 39).

Затем соединяют обе трубы и навинчивают муфту на короткий конец. Заложив набивку подтягивают одну из муфт до отказа. Затем набивают другую сторону и подтягивают другую муфту.

При этой работе труба остается свободной от усилий, но зато муфты и контргайки подвергаются определенным силовым воздействиям. Навинчивание соединительных частей производится клещами (фиг. 40), при чем в сторону тупого конца.



Фиг. 38. Навернутая на один конец трубы муфта и гайка.



Фиг. 39. Вид скрепленных двух концов труб. Правая сторона с длинной резьбой.

Так как клещи необходимы для каждого размера труб, то для мелкого ремонта употребляют передвижные клещи (фиг. 41), так называемые „клещи молния“.



Фиг. 40. Клещи для труб.

Их преимущество состоит в том, что они дают возможность быстро перемещать осевой болт и, таким образом, легко видоизменять зажимное отверстие.

Если труба расположена в неудобном месте, так что клещами ее трудно обхватить, то употребляют в виде исключения алигаторные клещи (фиг. 42).

Работа ими производится нажатием их на трубу под прямым углом с последующим вращением. При употреблении этих клещей неминуемо остается след на поверхности предметов от зубцов.



Фиг. 41. Клещи молния.



Фиг. 42. Алигаторные клещи.



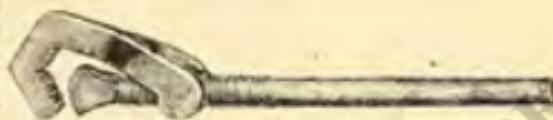
Фиг. 43. Клещи переставные.

Другого рода клещи изображены на фиг. 43 и 44.

Первые, как это видно на рисунка, могут по желанию переставляться, почему их и называют клещи переставные. Недостат-

ком их являются зубцы, оставляющие след на предметах. Вторые клещи, так называемые, универсальные, откидные имеют кроме зубцов передвижную рукоятку на резьбе. Они не особенно практичны, так как резьба на них легко сминается и поэтому не всегда дают прочного крепкого захвата трубы. (Прим. ред.)

Плохая резьба не имеет никакого влияния на прочность соединения. Коль скоро возможно навернуть на трубу муфту и контргайку, резьба вполне применима. Если муфта и контргайки имеют косую резьбу и бочо неплотно прижимаются друг к другу, то уплотнение почти немислимо.



Фиг. 44. Клещи универсальные, откидные.

Плохая набивка ухудшает соединение.

Можно утверждать, что во всех случаях вода выступает из трубы и просачивается в пространство между трубой и муфтой. Вследствие этого смоченная часть трубы и муфты скоро покрываются ржавчиной, вследствие чего по истечении сравнительно короткого времени муфту нельзя повернуть. Если процесс ржавления зашел не слишком далеко, то возможно крепкими ударами молотка добиться ослабления муфты и ее отвернуть. Во всех остальных случаях необходимо прибегнуть к паяльной лампе и только нагреванием добиться поворота муфты.

Паяльная лампа состоит из сосуда для горючего с рукояткой и горелкой. Последняя устроена таким образом, что может привести в газообразное состояние жидкое горючее (чаще всего керосин). Для приведения горелки в действие наливают в особую чашечку немного бензина или в крайнем случае керосина и зажигают его. Как только образуются газы они тотчас же воспламеняются и струей своей насасывают через особые щели необходимое количество воздуха для полного сгорания. Регулирование величины пламени достигается поворачиванием кнопки (фиг. 45).

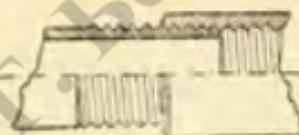
Если же соединение не поддается вращению несмотря на прогрев его, то останется только одно средство — вырезать его и вставить новый конец.

Употребляя в дело волокнистые вещества, как материал для уплотнения, следует иметь в виду, что вещества эти не способны без вреда выносить высокие температуры. У всех паропроводах высокого давления, такого рода набивка быстро сгорает, следствием чего появляются неплотности в соединениях.

Поэтому всюду распространены соединения на муфтах с уплотнением их в самой резьбе. Резьба на трубо-



Фиг. 45. Пальцевая лампа.



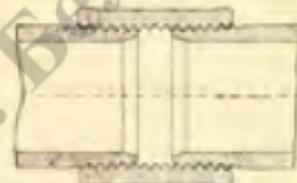
Фиг. 46. На рисунке видно как острый конец резьбы упирается в нижнюю часть выемки резьбы трубопровода.

проводе по этому способу делается немного конической, обкладывается небольшим количеством льна смазанного суриком, и затем на нее навертывается муфта с цилиндрической резьбой. Достигнув приблизительно половинной длины резьбы на трубе, острая часть резьбы муфты упирается на нижнюю выемку резьбы трубопровода (фиг. 46). При дальнейшем наворачивании муфты происходит смятие острой части резьбы, так что теперь уже не плоскость резьбы, а смятая часть резьбы является уплотняющим средством трубы. При этом происходит некоторое растяжение муфты с плотным прилеганием нескольких ходов резьбы друг к другу. Уплотнение следовательно происходит вследствие плотного прилегания железа

муфты на железо трубы. Роль же льна и сурика заключается в заполнении мелких неровностей, сжатых между собой плоскостей.

Так как уплотнение это, при хорошем исполнении, основано на плотном прилегании металлических частей друг к другу, то последующее высыхание льна не будет иметь никакого вреда для соединения. Также исключается возможность выдавливания сурика. Соединение это, сделанное с самого начала правильно, будет и в дальнейшем плотно и никогда не испортится. Употребление большого количества льна усложняет правильное наворачивание муфты и приводит впоследствии соединение к неплотностям.

Если оба конца трубопроводов снабжаются правой резьбой, то соединение это называется коническим с правой резьбой. При этом соединение производится следующим образом: сначала уплотняют муфту на конце общего трубопровода, а затем наворачивают в муфту конец другого трубопровода.



Фиг. 47. Соединение труб посредством муфты с конической резьбой.

Концы труб в таком образе не должны вплотную сходить в муфте, пока не будет достигнуто полного уплотнения соединения (фиг. 47).

Поэтому резьба на концах трубопроводов должна быть короткой и во всяком случае не превышать полдлины муфты.

Демонтаж такого соединения, который по существу представляет такие же затруднения, как демонтаж соединения с набивкой, может быть произведен только поворачиванием трубопровода, т.е. лишь тогда, когда все другие части разобраны. Поэтому это соединение причисляют к соединениям так называемым неразборным.

Подтягивание такой муфты совершенно невозможно, так как следствием этого будет ослабление соединения

на другой трубе. Полное уплотнение должно быть достигнуто с первого раза. Чеканку неплотных мест, которую пытаются иногда применить, следует решительно отвергнуть. При этой работе муфта теряет свою круглую форму и является причиной течи в других местах. Кроме того этим способом возможно добиться некоторой плотности только наружного края, тогда как уплотнение необходимо распределить на поверхность, составляющуюся из нескольких ходов резьбы.

При соединениях с набивкой, кривая резьба особого вреда не приносит, так как искривление трубопровода легко возможно исправить в зажимах без повреждения мест соединений. Но плохо сделанная коническая резьба является во время демонтажа причиной многих неприятностей, так как трубу необходимо вращать, описывая ею конус. Необходимость совпадения оси трубы с осью резьбы становится из этого вполне очевидной.

Если снабдить конец трубопровода длинной цилиндрической резьбой и прибавить к муфте контргайку, а другой конец обработать конической резьбой, то получится так называемая длинная резьба или сгон. Соединение это имеет все преимущества и недостатки соединения с набивкой, хотя и в несколько смягченном виде. Это соединение следовало бы применять только в исключительных случаях.

Отвернув контргайку, возможно отвернуть и муфту с конической резьбы, не поворачивая совсем трубопровода. Поэтому это соединение принадлежит к типу так называемых разборных.

Если снабдить оба конца трубопроводов и соответственно оба конца муфты резьбами противоположных направлений, то получим соединение правой и левой резьбы. Монтаж такого соединения производится одним вращением муфты, при чем трубы не испытывают никакого кругового движения, а перемещаются незначительно только в направлении оси. Посредством обратного вращения муфты возможно развернуть соединение, при условии допустимости некоторого смещения трубо-

проводов. Этот род соединения принадлежит к типу так называемому условно разборных.

Для достижения хорошего уплотнения необходимо чтобы нарезка муфты одновременно захватывала бы оба конца трубопроводов. Одностороннее навертывание муфты на один конец, при этом соединении, невозможно. Если резьбы трубопроводов не одинаковы или муфта имеет какие-либо неровности, то соединение может получиться нежелательное. Поэтому рекомендуется до полного стягивания соединения легко навернуть муфту на один конец трубы и на основании наблюдения насадить муфту на конец другой трубы лишь тогда, когда часть резьбы первого конца трубы будет уже несколько захвачена муфтой.

Часто резьба у муфт с правой и левой резьбой выпадает косо, так что оси диаметров их не совпадают. Если монтаж приходится вести с подобными муфтами, то правильное стягивание концов трубопроводов почти невозможно. Муфты с косою резьбой должны поэтому возвращаться обратно на завод, как непригодные.

При чисто металлических соединениях уплотнение происходит непосредственно между кольцами труб. Муфты при этом способствуют только крепкому сжатию концов между собой. Поэтому в данном случае применяют только муфты с правой и левой резьбой, чисто цилиндрического строения.

Очень долговечным является исполнение „железо на железо, острое на тупое“. Для этого тщательно стачивают в тупую один конец трубы, а другой конец заостряют, при чем заострение ведут таким образом, чтобы тупой конец трубы как раз приходился на острый. Затем стягивают накрепко муфту (фиг. 48).



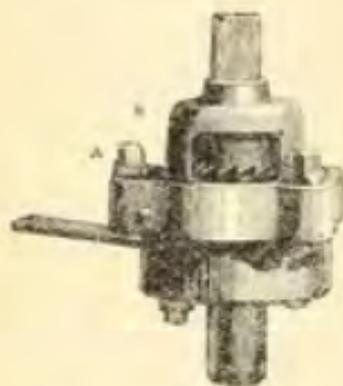
Фиг. 48. Металлическое уплотнение между концами труб. Острый край трубы нажимает на тупой.

Для того, чтобы острый конец трубы приходился точно на площадь тупого конца и давал бы плотное соединение, необходимо, чтобы концы труб были обработаны точно под прямым углом к их оси. Для этого употребляют особые фрезера, как это показано на фиг. 49.

Направляющая часть навинчивается на резьбу, прикрепляется к ней и затем под слабым давлением

осторожно начинают вращать фрезер.

Фрезер для обработки острого края трубы состоит из двух частей, которые могут быть в осевом направлении сдвинуты. Таким образом резец может быть сдвинут радиально, в зависимости от обрабатываемой



Фиг. 49. Фрезер для металлических соединений.



фрезер



шаровая нарезка

работываемой толщиной стенок трубопровода.

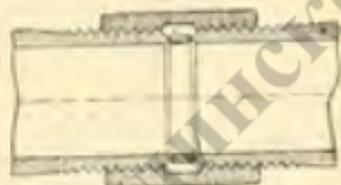
Муфты с кривой резьбой не дают плотного соединения, так как лишь одна точка имеет соприкосновение с площадью, а вся другая часть отстает. Но с хорошими муфтами возможно достигнуть прекрасного уплотнения. Если термический коэффициент расширения муфты несколько другой, чем у трубопровода, то вследствие колебаний температуры, острый край трубы понемногу притупляется и соединение делается неплотным.

Подтягиванием муфты явление это временно устраняется, но затем неплотность возобновляется. Это возможно избежать лишь в том случае, если материал муфты и трубы окажется однородным.

Другой род соединения, с вкладным медным кольцом изображен на фиг. 50. Соединение это требует два острых края, которые плотно врезаются в кольцо, проложенное между ними.

Так как кольцо это делается всегда из другого материала, то неплотности наступают раньше, чем при соединении „железо на железо“ и даже удачный выбор муфты в данном случае делу не поможет.

Если прокладка трубопровода производится в бороздах, то разборные соединения должны находиться поблизости от ответвлений. Это следует делать для того, чтобы при вскрытии штукатурки были бы доступны, по возможности, все соединения.



Фиг. 50. Соединение для труб с кольцевым металлическим уплотнением.

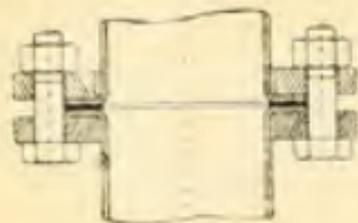
Переходя к соединениям дымогарных труб между собой, следует отметить их тонкостенность.

Снабжение их резьбой поэтому невозможно, так как стенки их слишком ослабляются. Поэтому необходимо для их соединения воспользоваться особыми уплотняющими поверхностями, каковые пристроить к трубам в, проложив между ними уплотняющие кольца, стянуть их крепко болтами. Для равномерного распределения давления болтов на всю полученную окружность, означенные поверхности с кольцевыми уплотнениями прижимаются с двух сторон фланцами и в таком виде схватываются болтами.

Уплотняющие поверхности образуются или самими фланцами, которые наглухо прикрепляются к трубам, или особыми бортами, привариваемыми к трубам и стягиваемыми свободно насаживаемыми фланцами.

При так называемых бортовочных соединениях разогревают конец трубы до красного каления и ударами молотка „разбортовывают“ постепенно край трубы до получения сплошного однородного кольца перпенди-

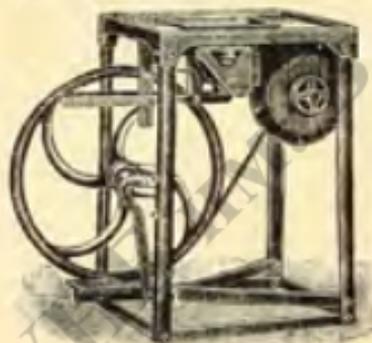
кулярного к оси трубы (фиг. 51). Прокладывая кольцевую прокладку между полученными, таким образом, бортами, свободно насаживают фланцы и стягивают их болтами.



Фиг. 51. Соединение разбортовых труб посредством фланцев.

Это соединение очень крепкое и надежное, особенно тогда, когда борты после обработки оказываются ровными, без каких-либо трещин и перпендикулярными к оси трубопроводов. При хорошем железе и достаточно высокой температуре этого достигнуть,

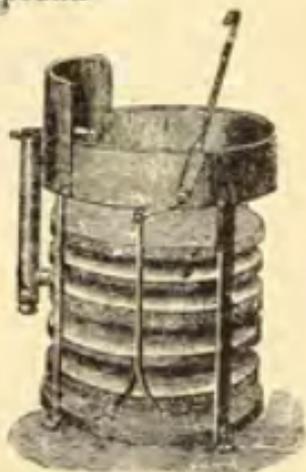
имея хорошую выпрямляющую плиту, сравнительно легко. Хорошее исполнение этой работы требует от монтера большой ловкости и сноровки.



Фиг. 52. Кузнечное горно.

Для нагрева трубы достаточным является обыкновенное кузнечное пламя, получаемое на простом переносном горне (фиг. 52).

Горна эти состоят из стойки с площадкой наверху с углублением для угля, с вентилятором, приводимым в действие чаще всего от ноги, с открытым или закрытым мехом фиг. 53.



Фиг. 53. Переносное горно полевого типа с мехом.

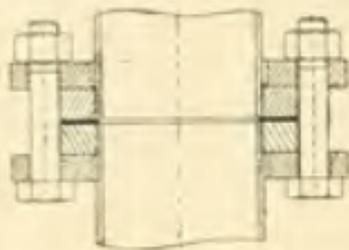
Благодаря действию вентилятора и развиваемой им струи воздуха, кокс, или кузнечный уголь, быстро разгорается и нагревает трубу до требуемой температуры.

Так как кант, получаемый от бортовки трубы, очень тонкий, то соединение это не выдерживает больших давлений в направлении оси. Особенно, вследствие колебаний высоких и низких температур и происходящих от этого расширений и сжатий материала, бортовка подвергается излишнему напряжению и соединение делается не долговечным. Чтобы не быть в зависимости от качества трубы и в то же время получить более значительную поверхность соприкосновения между трубой и кольцом, перешли к тому, что стали насаживать на трубу специальные бортовочные кольца. Эти кольца имеют в разрезе форму или простого четырехугольника, замаску с особыми желобками для уплотнения, или же форму горловых насадок для оказания сопротивления очень большим силам, например, в трубопроводах для пара высокого давления.

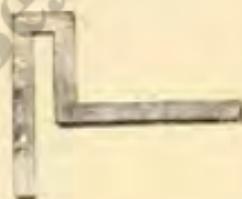
Долгое время пользовались способом припайки, чтобы прикрепить бортовочное кольцо к трубе. На трубу, предварительно очищенную напильником, насаживали кольцо или, в редких случаях, фланец и затем нагревали трубу. В место соединения клали припой, ред бронзовой лигатуры, с прибавлением лудильного порошка. Порошок этот, например, борная кислота, имеет цель растворить шлаки, содержащиеся на поверхности железа и смыть их непосредственно перед пайкой, так что припой, попадая на совершенно чистую поверхность, сливается с ней и держится на ней прочно и крепко.

При достаточно внимательном отношении монтера, целевидное пространство между кольцом и трубой совершенно заполняется и соединение между частями получается очень прочное. Как только припой потечет, следует трубу вынуть из огня и дать ей остыть. Затем очищают напильником все неровности (фиг. 54).

Для того, чтобы трубы не косили и не образовывали в стыке угла, необходимо, чтобы бортовочные кольца с их уплотняющими поверхностями составляли бы по отношению к оси трубы прямой угол. Установить точное положение их простым угольником невозможно. Для этого необходимо пользоваться специальным угольником (фиг. 55), так называемым фланцевым угольником, который одним своим коленом касается наружной части поверхности трубы, а другим своим коленом, огибая стенку фланца, касается его поверхности со стороны его соединения.



Фиг. 54. Фланцевое соединение с напаянными бортовочными кольцами, со свободно насаженными фланцами.



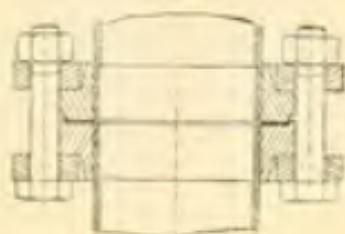
Фиг. 55. Фланцевый угольник.

Кольцо для приайки его должно быть крепко насажено на трубу. Так как концы труб необходимо, каждый раз для получения чистой поверхности, обрабатывать напильником, нужно, чтобы диаметр отверстия кольца был бы немного меньше диаметра поверхности трубы. Спиливание тогда необходимо производить таким образом, чтобы кольцо крепко насаживалось на трубу. При малейшей неосторожности во время обработки трубы или во время процесса спайки, кольцо может передвинуться и остаться на трубе косым. Последующее исправление этого дефекта совершенно исключается. Поэтому необходимо вторично разогреть трубу, снять кольцо и после его охлаждения опять насадить и заново приаять. Эта работа едва ли представляет выгоду как для трубы, так и

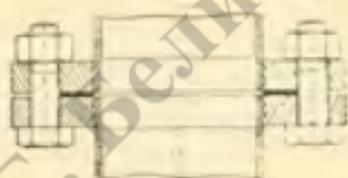
для кольца, и, кроме того, является совершенно непроизводительной.

Поэтому на практике давно уже перешли к другому способу, допускающему обработку труб в холодном виде и почти не вызывающему опасения какого-либо сдвига во время работы. Этот способ состоит из навальцовывания фланцев непосредственно на трубу.

Кольцо, которое должно быть укреплено на конце трубы, в частности фланец, должно иметь такой диаметр отверстия, чтобы его возможно было легко насадить на конец трубы, без какого-либо предваритель-



Фиг. 56. Соединение посредством навальцованных гладких фланцев.



Фиг. 57. Фланцевое соединение с навальцованными бортовочными кольцами, с пазом и свободно насаженными фланцами.

ного подшлифования. Посредством трех роликов, вращающихся во внутренней части трубы и оказывающих на нее давление по радиусу, конец трубы постепенно вводится своей поверхностью в специально выточенные желоба фланца. Соединение между трубой и фланцем делается настолько прочным, что сорвать фланец, даже с приложением большой силы, делается почти невозможным (рис. 56 и 57).

При этом способе труба в своем конце несколько расширяется и во время обработки подвергается очень большим напряжениям. Поэтому, во избежание возможных трещин, она должна быть сделана из очень мягкого железа. Если труба не имеет требуемой эластичности, то следует концы ее прокалить.

Для увеличения прочности соединения отбортовывают край трубы еще легкими ударами молотка.

После этого в соединениях возникают очень большие напряжения и рекомендуется после этого еще раз развальцовывать трубу.

Для вальцовки употребляют так называемые трубо-расширители или, попросту, вальцовки. По своей форме они представляют крепкий корпус с ввинченным в него конусообразным передвижным стержнем, на котором в особых проемах покоятся ролики, тоже по своей форме конусообразные, но образующие плоскости коих параллельны. При вращении всего аппарата ролики катятся по внутренней части трубы. При



Фиг. 58. Вальцовка.



Фиг. 59. Расположение вальцев на шпильке вальцовки.

вращении стержня происходит, благодаря резьбы, сдвиг его вдоль оси, он нажимает на ролики и те, в свою очередь, на внутреннюю часть трубы. На фиг. 58 и 59 изображен трубо-расширитель с двумя последующими системами роликов. С этим аппаратом возможно обрабатывать разного диаметра трубы. Но, тем не менее, необходимо иметь, для обслуживания системы отводения средней величины, по крайней мере, от двух до трех таких аппаратов.

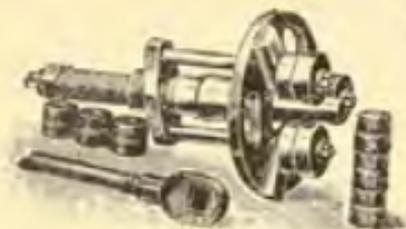
Для того, чтобы пользоваться на стройке только одной вальцовкой, нашли способ менять стержни и ролики, соответственно диаметрам трубы, и пришли, таким образом, к универсальным трубо-расширителям (фиг. 60).

Несомненное преимущество разнovidного использования аппарата имеет, однако, тот недостаток, что вальцовка отличается особой чувствительностью и тре-

бует много времени на ее переустройство. Поверхность стержня и роликов должна быть очень твердой, чтобы не поддаваться быстрому изнашиванию. Поэтому они легко ломаются и выбивают из строя.

Дальнейшее улучшение конструкции заключается в самодвижущемся стержне (фиг. 61).

При этой конструкции ось роликов немного скошена по отношению к оси стержня, так что ролики всегда имеют поползновение подниматься вверх винто-



Фиг. 60. Универсальная вальцовка.



Фиг. 61. Вальцовка с автоматическим передвижением стержня.

образно по стержню. Вследствие этого, стержень автоматически втягивается в трубу, прижимая ролики к ее внутренней стене.

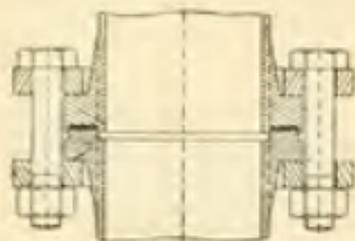
При малейшей порчи какой-либо части вальцовки, необходимо ее немедленно извлечь из аппарата и отставить. Какое-либо исправление аппарата на стройке совершенно недопустимо и если не имеется в резерве соответствующей части, то аппарат необходимо отослать для исправления на фабрику.

Несмотря на все предосторожности, случалось, что при больших диаметрах труб и под влиянием больших напряжений во фланцах, завальцованные места становились неплотными. Для получения особо крепких соединений перешли к способу наварки колец на трубы. От употребления наглухо насаженных фланцев в данном случае обыкновенно отказываются.

Работу эту произвести на стройке невозможно и ее следует передать для исполнения на специальные фабрики. Польза от этого соединения будет достиг-

нута лишь тогда, когда площадь сварки окажется большой, другими словами, если кольцо будет снабжено большой горловиной (фиг. 62).

Конец трубы с насаженным кольцом накалывают добела в особой печи, чаще всего с газовым устройством, и затем передают ее на особый пресс, где производится сварка. После охлаждения трубы, ее переносят на станок и обтачивают все части для получения



Фиг. 62. Фланцевое соединение с приваренными бортовыми кольцами, с пазом и свободно внасаженными фланцами.

ровной и во всех отбешенных правильных поверхностях уплотнения. Монтаж трубопроводов с наваренными бортовыми кольцами представляет особые трудности, так как практически невозможно определить заранее точную длину всего трубопровода. Только после сборки всего трубопровода возможно произвести обмер последней его вставной части. Изготовление трубопровода на заводе задерживает работу в такой мере, что не всегда является возможным при больших работах считать такую задержку приемлемой. Поэтому часто снабжают последний кусок трубопровода вальцовочными фланцами, или же сваривают посредством автогенной сварки два конца трубы с уже наваренными на противоположных концах бортовыми фланцами.

Заранее приготовленные заводом трубы с наваренными фланцами и кольцами, для автогенной сварки их с концами труб на месте работ, до сего времени не получили особого распространения.

При наличии небольших давлений вполне достаточным являются гладкие уплотняющие поверхности. При высоких давлениях, при которых гладкая поверхность окажется недостаточной, возможно получить удовлетворительный результат прокладкой особого предохранительного кольца, а более простым спосо-

бом — посредством бортового кольца, имеющего желобок с соответствующим шпунтом.

Более солидное исполнение с внутренним предохранителем изображено на фиг. 56 и 62.

Уплотняющие прокладки делаются из разного материала.

Для паровых линий употребляли прежде асбестовые кольца, пропитанные вареным маслом. При наличии более или менее гладкой поверхности соединения, прокладка эта плотно ложится на поверхность и вполне удовлетворяет поставленным требованиям, при несобственно высоком давлении в трубопроводе.

Высокого давления без особого предохранения, этот способ не выдерживает. Против действия воды уплотнение это очень чувствительно.

Проваркой его в олифе асбест приобретает свойство лучшего сопротивления, но может остаться таковым только в теплом состоянии и дать при этом хорошее уплотнение.

Вместо асбеста употребляли иногда простой картон, обрабатывая его таким же способом.

Пока соединение остается в покое, прокладка этого рода выдерживает давление пара хорошо, но при развертке фланцев часть прокладки остается на фланцах и при разборке соединения она совершенно разрушается. Поэтому необходимо до нового соединения тщательно очистить фланцы от этих остатков и положить между ними свежую прокладку.

Для водопроводов часто пользуются особой резиновой прокладкой с проложенной в ней тканью. Резина имеет то преимущество, что плотно прилегает ко всей поверхности уплотнения. Однако, под влиянием тепла, она разбухает и раздается во внутрь и может значительно сузить отверстие прохода. Кроме того, она крепко прилипает к поверхности соединения и также разрушается при разборке трубопроводов.

Для всех трубопроводов хорошим материалом для прокладок может служить клингерит, род картона, но значительно более твердого. Он сопротивляется дей-

ствию как высоких температур, так и действию воды. Эластичность его незначительная и поэтому поверхность соединений должна быть очень ровная. После разборки соединения возможно его снять, при чем без всякого повреждения и пустить его, таким образом, несколько раз в дело.

Клингерит имеет целый ряд подделок, имеющих в некоторых случаях и лучшее, и худшее качество. Металлические уплотнения, например, из меди и свинца, являются по существу очень прочными и имеют свойство прекрасно сопротивляться против действия температур и воды. Поэтому их можно



Фиг. 63. Уплотнение из  
рифленной меди.

делать очень незначительной ширины и употреблять их после разборки соединений сколько угодно в дело. Сомнительным, однако, является возможность возникновения слабых электрических токов, могущих повредить железо. Кроме того, отрицательным фактором всестороннего их применения является их стоимость.

Особенно много разного рода металлических уплотнений имеется в соединениях с другими материалами (фиг. 63 до 65).

Так, например, асбестовые кольца обхватывают иногда, для прочности, медными обводками, волнистые медные диски или толстые профильтрованные кольца заполняют асбестовыми специальными шнурами, или же латунные сетки покрывают особым слоем изолирующей мастики и т. п.

Для свинчивания фланцев применяют почти всегда болты с головками. За неимением таковых, заменяют их, в виде исключения, болтами с двухсторонними нарезными гайками.

Все почти без исключения фланцевые соединения делаются после первого нагрева неплотными и поэтому

должны быть вторично подтянуты. При высококачественных соединениях достаточно только одна подтяжка болтов, при соединениях же на резиновых и других прокладках повторение этой работы потребуется несколько раз. Для того, чтобы возможно было это делать без особых затруднений, необходимо, чтобы все фланцевые соединения находились в доступном месте, но никоим образом в стенах или перекрытиях.

Какого размера и какого вида фланцы следует поставить, а равно какого рода соединения следует применить в дело, есть результат особых соображений, доступных только инженеру, как лицу, охватывающему все детали установки.

Для фланцевых соединений существует много разных норм. Нижеследующая таблица 5 составлена союзом фабрик для выработки фланцев и должна служить только для водопроводов.

Таблица 5. Газовые фланцы германского фланцевого союза.

Диаметр труб в английских дюймах	Диаметр флан- цев в мм	Диаметр про- фигурован- ного кольца в мм	Диаметр кру- го соедините- льных болтов в мм	Количество отверстий для болтов	Диаметр от- верстий для болтов в мм	Средняя тол- щина фланцев в мм
3/8"	75	35	54	3	12	6,5
1/2"	85	45	64	3	12	7
3/4"	100	51	73	3	12	8
1"	110	61	80	3	12	8,5
1 1/4"	125	66	93	3	14	9
1 1/2"	135	76	104	4	14	9,5
2"	150	87	115	4	14	10
2 1/2"	175	107	135	4	17	11,5

Для системы отопления низкого давления служит таблица, составленная Индустриальным Союзом по Центральному Отоплению (таблица 6).

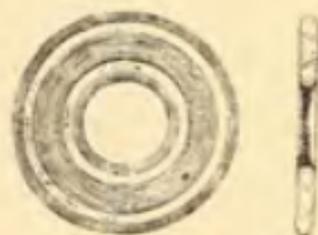
Таблица 6. Фланцы по нормам Индустриального Союза по Центральному Отоплению.

Диаметр отверстия прохода в м.м.	Диаметр фланца в м.м.	Внутренний диаметр фланца в м.м.	Наружный диаметр борт. кольца в м.м.	Диаметр круга соед. болтов в м.м.	Количество болтов	Диаметр болтов в м.м.	Толщина фланцев		
							Железных		Чугунных
							Свободных	Глухих	
57,5	141	67	96	110	4	13	12	14	16
64,0	147	74	102	116	4	13	12	14	16
70,0	153	80	108	122	4	13	12	14	16
76,5	163	87	118	132	4	13	12	14	17
82,5	169	93	124	138	4	13	14	16	17
94,5	193	106	138	155	4	16	14	16	18
106,5	206	118	151	168	4	16	14	16	18
119,0	220	132	165	182	4	16	16	18	19
131,0	245	145	180	201	4	19	16	18	19
143,0	259	157	194	215	6	19	16	18	20
156,0	275	170	210	231	6	19	16	18	21
169,0	290	183	225	246	6	19	18	20	22
192,0	315	208	250	271	6	19	18	20	23
216,0	341	235	271	294	7	21	18	20	—

Эта таблица удовлетворяет только трубопроводы до 5 ат. Что касается трубо-



Фиг. 64. Уплотнение на прессованного медного листа с асбестовыми вкладышами.



Фиг. 65. Асбестовое уплотнение с медными вкладышами.

проводов до 8 ат, то таковые получают фланцевые соединения по нормам О-ва газопроводных спе-

циалистов и Союза Германских Инженеров 1882 г. (таблица 7).

Таблица 7. Фланцы по германским нормам О-ва газопроводных специалистов и Союза Германских Инженеров 1882 г.

Диаметр прохода в мм	Диаметр фланцев в мм	Диаметр профилированных колец в мм	Диаметр круга соединительных болтов в мм	Количество болтов	Диаметр болтов в мм	Толщина фланцев
60	175	110	135	4	16	19
70	185	120	145	4	16	19
80	200	130	160	4	16	20
90	215	140	170	4	16	20
100	230	156	180	4	19	21
125	260	181	210	4	19	21
150	290	206	240	6	19	22
175	320	235	270	6	19	22
200	350	260	300	6	19	23
225	370	285	320	6	19	23
250	400	310	350	8	19	24
275	425	335	375	8	19	25
300	450	360	400	8	19	25

Для давлений в трубопроводе свыше 8 ат до 20 ат существуют нормы Союза Германских Инженеров 1900 г., переработанные и исправленные 1922 г. (таблица 8).

Если монтер убедился, что размеры фланца соответствуют одним из этих норм, ему стоит только указать диаметр прохода фланца и норму, чтобы быть уверенным в получении такого же вполне соответствующего фланца. В случае же необходимости получения ненормального фланца, то следует указать все размеры, каковые показаны в таблице.

Таблица 8. Фланцы по нормам высокого давления Союза Германских Инженеров 1922 г.

Диаметр прохода в мм	Диаметр фланцев в мм	Диаметр профилированных колец в мм	Диаметр круга соединительных болтов в мм	Количество болтов	Диаметр болтов в мм	Толщина фланцев	
						Свободные фланцы	Глухие фланцы
60	175	95	135	4	16	17	17
70	185	110	145	4	16	18	18
80	200	125	160	8	16	19	18
90	220	135	180	8	16	20	19
100	240	145	190	8	16	21	20
125	270	180	220	8	19	24	22
150	306	205	250	10	19	27	25
180	335	238	285	10	22	30	27
200	360	260	310	10	22	32	28
225	390	280	310	10	22	32	28
225	390	275	340	12	22	34	29
250	420	305	370	12	25	36	30
275	450	330	400	12	25	38	31
300	480	355	430	14	25	40	32

**Гнутье.** Одной из самых трудных монтажных работ, которую чаще всего недооценивают, является гнутье труб.

Отвод должен быть согнут так, чтобы получился в точности именно тот угол, который предписан и чтобы не было повторного гнутья на продолжение трубопровода. На всем протяжении отвода, диаметр прохода должен остаться без изменения и соответствовать диаметру прохода трубы. На месте изгиба не должно замечаться никакого смятия трубы, и никоим образом не должны образоваться складки на внутренней стороне изгиба.

Очень тонкие трубы, в общем до  $\frac{3}{8}$ " внутреннего диаметра, или трубы из очень мягкого железа до  $\frac{1}{2}$ ", могут быть изгибаемы в холодном виде без предварительного нагревания. Трубы в этом случае необходимо положить на вал, имеющий диаметр равный внутрен-

нему диаметру изгиба. Гнутье должно происходить спокойно и осторожно и при малейшем сжатии труба немедленно должна быть перенесена на тиски и крепким давлением восстановлена в своем диаметре.

Трубы большого диаметра должны быть для гнутья подогреваемы до температуры красного каления. Нагревание происходит на огне переносного горна, точно на длину требуемого изгиба. Холодный конец трубы зажимается в тисках у границе накала, при чем другой конец трубы осторожно выгибается помощником монтера. Монтер следит внимательно за изгибом и охлаждает водой те места, которые имеют достаточную округленность. Небольшие смятия трубы, могут быть исправлены на тисках. При этом изгиб немного выпрямляется, так что его необходимо подвергнуть вторичному гнутью.

Оцинкованные трубы не выдерживают нагрева до красного каления и портятся от этого. При очень осторожном обращении с трубой и нагревании ее до темного каления все-таки удастся гнутье, хотя и не с такими острыми углами, как при черной трубе.

Так как исполнение такой работы требует особо внимательного отношения, то предпочитают во избежание гнутья ставить фасонные соединительные части.

Сварной шов менее всего переносит напряжения по сжатию и растяжению внутренней и внешней стороны трубы во время ее изгиба. Поэтому необходимо обращать внимание на то, чтобы шов находился всегда на внутренней стороне изгиба, так как первоначальная его длина остается примерно та же. Это правило распространяется и на патентованные трубы сваренные в нахлестку.

Тонкостенные, так называемые дымогарные трубы должны быть тоже набиваемы песком, так как в противном случае нет возможности избежать складок на месте изгиба. Для этого затыкают один конец трубы крепким куском дерева, а в другой конец насыпают сухой песок. Равномерными ударами молотка осаживают песок, так что он плотно ложится на трубу и дальнейшему

уплотнению не поддается. Одна эта работа отнимает несколько часов времени. По звуку удара монтер узнает достаточно ли плотно осел песок. После этого затыкают и другой конец трубы куском дерева. Малейшие следы сырости в песке могут при последующем нагревании трубы вызвать парообразование и быть причиной взрывов. Поэтому необходимо до употребления песка в дело, прокалить его на железном листе на огне.

Медные трубы наполняются канифолью, образующей твердую массу. При выгибании трубы канифоль крошится, но не сжимается. Извлекается она из трубы легким нагреванием.

Трубы небольшого диаметра, до 82 мм могут быть нагреваемы на переносных горнах. Для более толстых труб необходимо соорудить печь, с устройством боров в близь лежащий дымоход. При сильной тяге возможно нагреть трубу самого большого диаметра на требуемую температуру в течение не более одного часа.

Укрепление труб большого диаметра в одних тисках является уже недостаточным. Укреплять их приходится пользуясь частями самого здания. Для гнутья трубы тоже недостаточно одного человека. Количество их определяется в зависимости от размера диаметра трубы. И тут монтеру приходится наблюдать за правильностью изгиба, охлаждая водой места достаточно согнутые. Получение хорошего изгиба требует большого опыта и осмотра. Сама работа по гнутью выполняется ловким рабочим при одном лишь нагревании трубы.

В общем можно принять, что радиус искривления должен быть в пять раз больше внутреннего диаметра трубы.

Если по обстоятельствам дела необходимо иметь изгиб вполне определенной величины, или требуется, в зависимости от местных условий, малые радиусы искривлений, которых монтер на месте работ выполнить почему-либо не может, то изгибы такие следует

передать на исполнение на фабрику. Там гнутье это выполняют на особых станках, механическим протягиванием трубы на профилированных валах, или же свариванием изгибов из нескольких спрессованных частей. Полученное таким образом гнутье сваривается с прямыми трубопроводами посредством автогенной сварки.

Вместо изгибов из труб применяют также фасонные части, так называемые отводы. Для газовых труб они делаются из ковкого чугуна и снабжены газовой резьбой. Чаще всего они, на подобие муфт, имеют внутреннюю резьбу. Для особых случаев, как, например для коротких соединений у нагревательных приборов, они снабжаются наружной резьбой или особым соединением (фиг. 66 и 67).



Фиг. 66. Отвод из ковкого чугуна с особой стяжкой муфтой.



Фиг. 67. Отвод из ковкого чугуна с внутренней газовой резьбой.

Отводы с внутренней резьбой имеют с наружной стороны или совсем гладкую поверхность, или имеют особую окантовку. Для дымогарных труб употребляют отводы из чугуна с приливными фланцами. При про-

сверливании отверстий для болтов, необходимо иметь в виду, чтобы отверстие не попало в плоскость наибольшего изгиба, так как вставка болта с головкой тогда почти невозможно.



Фиг. 68. Неправильное и правильное расположение болтов на фланцах отвода.

Если такое положение отверстия все-таки неизбежно, то необходимо чтобы гайка болта находилась под фланцем, поблизости от изгиба (фиг. 68).

Обозначение отводов производится по внутреннему диаметру трубопровода. У отводов из ковкого чугуна отличают части с небольшим радиусом кривизны, называемые просто коленами, и части с большим радиусом называемые отводами. Если особых замечаний относительно рода резьбы не имеется, то принимают всегда резьбу внутреннюю. Другие виды исполнения обозначаются особо. Таким образом дают заказ на 5 колен в  $1\frac{1}{2}''$ , 3 отвода в  $3\frac{1}{4}''$  с наружной резьбой и т. д.

Особого упоминания заслуживают редукционные отводы, при которых диаметр на обоих концах разный, например редукционное колено с  $3\frac{1}{4}''$  на  $1\frac{1}{2}''$ . Следует однако отметить, что означенные части редко применяются в практике.

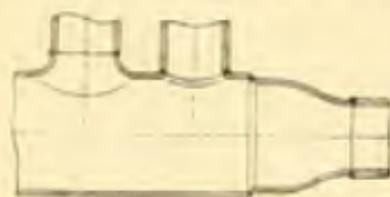
У отводов с фланцами обозначают с одной стороны размер внутреннего диаметра, а с другой стороны норму фланцев или их размер.

Почти всегда в трубопроводах центрального отопления колена и отводы подвергаются большим напряжениям. Поэтому их следует делать из вполне доброкачественного материала. Какое либо исправление дефектов на этих местах совершенно исключается.

**Ответвления.** Ответвления в трубопроводах возможно осуществить и тем, что вырезав определенную часть из трубопровода, наварить на нее требуемый штуцер. Все приемы и необходимые мероприятия для производства означенной работы вытекают из вышесказанного об автогенной сварке. Необходимо обратить внимание на то, что при вырезании отверстия, а равно и при наваривании штуцера, могут на краях образоваться и повиснуть капли застывшего железа. Такого рода каплеобразования следует всеми силами избегать.

Слишком глубокий вырез и острый угол, с большим отводом на трубопроводе, делает соединение непрочным. Особенно в трубопроводах высокого давления и в линиях, подверженных напряжениям, вследствие термического расширения, лучше вырезать не-

большое отверстие и разбортовывать его на величину диаметра отвода. Таким образом из материала большого трубопровода получают достаточно отлогое расширение, к которому по способу уже известному приставляют отросток другой трубы. Помимо большей прочности, обусловленной положением сварочного шва, этим способом достигают достаточного закругления острых углов, в значительной степени уменьшающих коэффициент сопротивления движения жидкости. Выполнение такого рода ответвлений требует от рабочего большую сноровку и ловкость (фиг. 69).



Фиг. 69. Сваренный кусок трубы. Слева ответвление с разбортованным штуцером с приваренным куском трубы. Далее, непосредственно наваренный кусок трубы. Справа суженный конец трубы с приваренным куском.



Фиг. 70. Рисунок изображает недостаточно суженную трубу со вставленным концом другой трубы. Во время движения воды происходят вихри, увеличивающие значительно сопротивления.

После ответвлений трубопровод часто сужается. Если наружный диаметр меньшей трубы больше или равен внутреннему диаметру большей трубы, то сварка производится после тщательной обработки концов простым способом насадки одной трубы на другую, при нормальном пользовании автогенной горелкой. Если имеется большое расхождение между диаметрами трубопроводов, то необходимо осторожными ударами молотка сузить отверстие трубопровода, подвергая его, при красном калении, постепенному сжатию до требуемого размера. Затем, приставляя суженный конец к концу трубопровода производят сварку (фиг. 69). Ошибочно было бы суживать конец трубы



фасонной части равны. Если диаметр прохода по всей своей длине одинаков и лишь диаметр ответвления уже, то дают сперва размер диаметра прохода, а затем диаметр ответвления. Для частей с тремя отверстиями имеются разного рода обозначения, поэтому лучше всего давать эскиз фасонных частей, с указанием порядка обозначения. Более всего распространено следующее обозначение: сперва размер входного отверстия, затем ответвления и последнее — размер выходного отверстия.



Фиг. 72. Тройник из ковкого чугуна.



Фиг. 73. Косой тройник из ковкого чугуна.



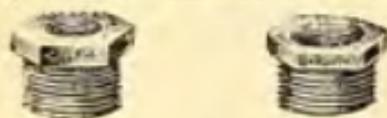
Фиг. 74. Косой тройник и крестовина с направляющими из ковкого чугуна.

Таким образом заказывают например 3 тройника кругом  $1''$ , один тройник  $1'' \times \frac{1}{2}'' \times 1''$ , три тройника  $\frac{3}{4}'' \times \frac{1}{2}'' \times 1''$ , два тройника  $2'' \times \frac{3}{4}'' \times 1\frac{1}{2}''$  с косым ответвлением, 1 крестовину  $1\frac{1}{4}'' \times \frac{1}{2}'' \times 1'' \times \frac{1}{2}''$ , 2 крестовины  $1\frac{1}{2}'' \times 1'' \times 1\frac{1}{4}'' \times \frac{3}{4}''$  с косыми отводами и т. д.

**Редуцирование.** Количество всех имеющихся в распоряжении отводов часто недостаточно чтобы удовлетворить все потребности, без каких либо добавочных изменений. Часто является необходимым сузить проходное отверстие отвода или диаметр продолжения трубы.

С газовыми соединительными частями возможно это сделать очень легко, применяя так называемые переходные или редуционные ниппели. Это короткие газовые трубки, состоящие из ковкого чугуна, имеющие на конце шестиугольник для захватывания их

ключом, снабженные снаружи газовой резьбой для ввертывания в другую резьбу. С внутренней стороны они то же имеют резьбу, служащую для ввертывания в них отрезков меньшего диаметра. Если между отрезком фасонной части и самой трубой существует разница только в одном промежуточном размере, то



Фиг. 75. Редукционный или переходный нипель.



Фиг. 76. Эксцентричная переходная муфта.



Фиг. 77. Двойной соединительный нипель.



Фиг. 78. Трубочный и квадратный нипель.

оси этих двух резьб делают совпадающими. При более значительных различиях в диаметрах, возможно ось малой резьбы передвинуть параллельно самой себе ближе к краю, оставляя однако стенки резьбы достаточно толстыми для сохранения их крепости и плотности. Такой переход называют эксцентричным.

И при переходах с эксцентричной резьбой остается небольшой выступ, задерживающий конденсат при паровых линиях и воздух при водопроводах, в том и другом случаях—явления очень нежелательные.

Поэтому часто вместо переходных нипелей употребляют так называемые переходные муфты. Это муфты с различными, но правыми резьбами, у входного и выходного отверстия (фиг. 75 и 76). Переходные муфты делают центричными и эксцентричными, с внутренними и наружными резьбами. При свертывании двух частей с внутренней резьбой применяют соединительные нищеля (фиг. 77 и 78).

Нищеля из ковкого чугуна имеют шестигранник и два конца с конической наружной резьбой, ввертываемых одновременно в соединяемые части. Трубочные нищеля тоже имеют с двух сторон коническую на-

ружную резьбу. Средняя их часть представляет гладкую трубу, служащую местом схватывания их клещами. Эти же ниппеля снабжаются иногда сплошной правой резьбой цилиндрической формы. Соединение их происходит таким образом, что одна часть с уплотняющей набивкой служит в тоже время как бы контр-гайкой. Для получения правильного положения, например, эксцентричной переходной муфты, прибегают довольно часто к подпиливанию концов. Эта работа требует большого внимания и ловкости.

Обозначение переходов вытекает из одного их определения. Таким образом требуют одну центрическую переходную муфту 2" на 1½", одну такую же, но эксцентричную 1½" на 1", один шестиугольный ниппель 1¼", один трубчатый ниппель ¾" и один ниппель со сплошной нарезкой ½" и т. д.

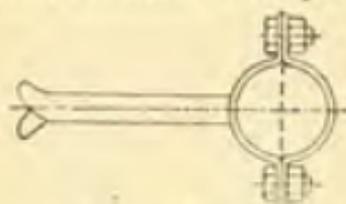
Для фланцевых соединительных частей переходами служат чугунные части, способствующие плавному переходу от больших размеров труб к меньшим размерам. Обе стороны снабжаются эксцентричными фланцами, так что образование каких-либо мешков исключается.

Для уменьшения длины соединений, применяют также переходные фланцы, наружный диаметр которых, а равно диаметр окружности болтов, вполне соответствует величине фланцев соединительных частей, но имеющие проходное отверстие, равное отверстию меньшей трубы. При свободно сидящих фланцах, фланец имеет нормальное строение, но на место обыкновенного бортового кольца ставится переходное бортовое кольцо с наружными размерами трубопровода большего диаметра и проходным отверстием трубопровода меньшего диаметра. Соединения эти делаются центричными и эксцентричными. Для их обозначения указывают диаметры обоих трубопроводов, род фланцев и положение их осей.

**Укрепления трубопроводов.** Вопрос укрепления трубопроводов представляет иногда большие затруднения. При чередующемся нагревании и охлаждении

системы отопления, трубы расширяются и сжимаются и укрепление их должно быть таково, чтобы при сохранении их положения, они не являлись бы препятствием против изменения их длины. Слишком сильное укрепление является причиной больших напряжений в трубопроводе, вследствие чего происходит либо порча соединений, либо порча самого трубопровода.

Для укрепления труб малого диаметра, проложенных в помещениях, применяют так называемые хомуты. Они состоят из стержней определенной длины, закладываемых наглухо в стены,



Фиг. 79. Хомут для укрепления труб. Накладка параллельна стене.

а на другом конце они имеют два полукольца, соединяющихся болтами и свободно обхватывающих трубу.

Они выполняются разных родов и видов, так что описывать их не представляется возможным. Для достаточно прочного укрепления в стене берут плоское, или какого-

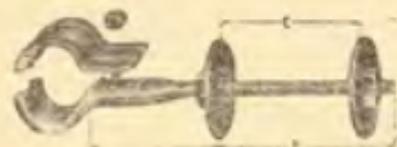
либо рода сортовое железо, и с раздвоенным концом вставляют его в пробитое шляпбуром отверстие. Затем отверстие замазывают алебастром, известью или цементом (фиг. 79).

Для деревянных стен перегибают плоское железо под прямым углом и закрепляют его шурупами к стене. При тонких кирпичных стенах толщиной в  $\frac{1}{2}$  кирпича, или стенах из рабица, или тонкостенного бетона, делают скрепления железными болтами (фиг. 80).

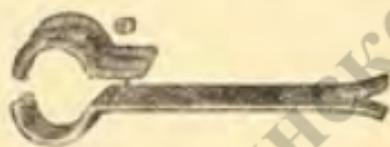
Хомуты делают такими же, как для деревянных стен, при чем на другой стороне стены прикрепляют пластинку, которую стягивают двумя железными болтами (фиг. 81), или стержень снабжается резьбой и укрепление происходит посредством двух плоскостей стягиваемых болтом.

Старая форма настоящих хомутов имеет деление колец параллельное стене, каковые схватываются двумя болтами. Они на вид довольно широки и некрасивы.

Они имеют, однако, то преимущество, что болты доступны и даже в самых узких бороздах. Красивее по внешнему виду хомуты, имеющие разрез перпендикулярный к поверхности стены. У них на переднем плане виден разрез, или только один болт, в то время как болт, стягивающий кольца, скрыт трубопроводом.



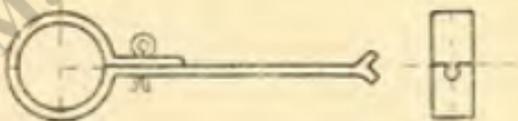
Фиг. 80. Хомут для укрепления труб на тонких стенах. Накладка под прямым углом к стене.



Фиг. 81. Хомут для укрепления труб на профилированном железе с раздвоенным концом и с накладкой под прямым углом к стене.

Часто для правильного расположения колец на трубе придают разрезу не прямую, а изломанную форму (фиг. 80 и 81).

В последнее время стали применять на кольце особый автоматический замок, дающий возможность плотно зажимать трубу и закреплять другой конец шпилькой (фиг. 82).



Фиг. 82. Хомут с замком и шпилькой (Мосстрой).

Для горизонтальных трубопроводов применяют часто кронштейны,

точно так же укрепляемые в стенах, как хомуты. Передняя часть их имеет выгнутость, в которую укладывают трубопровод (фиг. 83).



Фиг. 83. Кронштейн для укладки трубопровода.

Движение трубопровода от термического расширения по таким кронштейнам никогда не происходит бесшумно.

Крючки прижимающие трубы плотно к стенам оправдываются в случаях укрепления водопроводных труб к стенам. Но для систем отопления их никогда не следует применять, так как они препятствуют свободному движению труб.

В подвальных помещениях укрепление труб часто происходит посредством обручного железа. Выполняется это различными способами. Одно из самых простых таких устройств указано на фиг. 84.



Фиг. 84. Подвеска труб с помощью обручного железа.

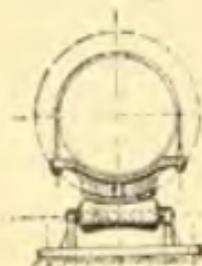
В потолке укрепляется кусок полосового железа, имеющего отверстие для болта. Трубы обхватываются бандажным железом и скрепляются болтом к штырю. При добросовестном исполнении этой работы такое укрепление трубопровода удовлетворяет в большинстве случаев все требования прокладки трубопроводов. На стройку доставляют готовыми штыри и болты, монтаж же обрезает обручное железо и сверлит необходимые дыры. Это настолько простая работа, что ее может выполнить каждый слесарь.

При исполнении больших систем требования для укрепления трубопроводов вырастают и поэтому исполняются самыми различными способами. Почти с каждым новым выполнением возникают всякого рода новые предположения, так что в данном месте представляется возможным описать только несколько более характерных случаев.

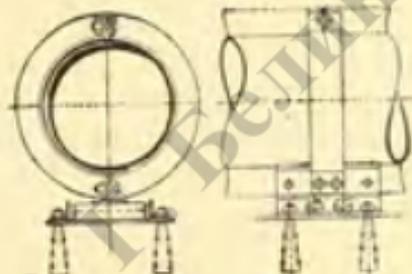
При прокладке трубопровода на большое расстояние, необходимо, прежде всего, наглухо укрепить несколько его точек. Существующие для этой цели хомуты выполняются из крепкого хорошего материала и обхватывают трубу не свободно, но прикрепляются к ней наглухо. В зависимости от длины и характера трубы хомуты выполняются разны и в большинстве случаев должны хорошо выдерживать возникающие напряжения и надежно укреплять трубы. Такие точки

указываются на чертежах, а монтеру выдаются подробные чертежи их устройств.

Для предоставления трубам возможности перемещаться в осевом направлении, применяют подставки на роликах. Часто употребляют для этой цели вогнутые ролики на осях, укладываемые в неподвижные подставки. Труба покоится на этой вогнутости только в одной точке и может быть сдвинута в сторону только поднятием и преодолением ее тяжести.



Фиг. 85. Укладка труб на роликах.



Фиг. 86. Укладка труб на цилиндрических роликах.

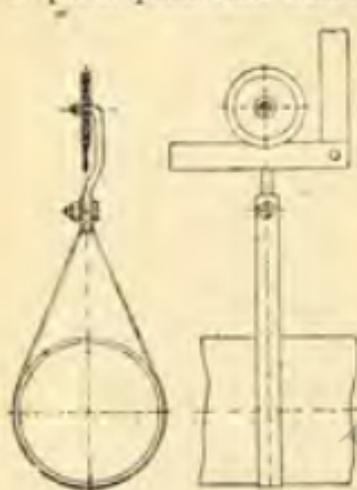
Изоляция труб в местах, где установлены эти роликовые подставки вообще не возможна, так как вследствие продольного сдвига труб она всегда подвержена разрушению. Поэтому трубу снабжают хомутом, скрепленным особым видом чугушной подошвы, скользящей по роликам (фиг. 85).

Вместо выгнутой подошвы часто применяют ровные плиты на нескольких роликах, причем ролики располагают свободно на горизонтальной подставке (фиг. 86).

Этот род укладки не выдерживает боковых усилий и должен иметь, во избежание сдвига труб, еще некоторые приспособления. Устройство особых выступов для верхней и нижней плиты имеет тот недостаток, что вследствие трения роликов об эти выступы, продольное движение труб сильно затрудняется.

Иногда прибегают к способу подвески трубы на роликах, на подобие подвески труб в подвальных помещениях посредством обручного железа. При этом ролики располагают на неподвижных рельсах (фиг. 87).

Но для такого рода исполнения необходимо иметь в распоряжении значительные строительные высоты.



Фиг. 87. Подвеска труб на роликах, расположенных на рельсах. Подвеска производится посредством обручного железа.

Если по каким-либо причинам встретится надобность в некотором передвижении труб в направлении перпендикулярном к их оси, то с успехом применяют шариковые подшипники с двумя плитами, но имеющие вместо роликов несколько шариков.

В зависимости от рода соединений между трубой и роликами или шариками и их подкладками, равно в зависимости от способа их укрепления к строительным частям здания, имеются бесчисленное множество разных видов исполнения. Для каждой стройки они определяются особо, так что не требуют при повторном заказе особого

описания, кроме лишь указания диаметра труб и места их расположения на стройке.

Исправления укреплений возможно выполнять на месте, если этими работами не нарушаются размеры движущихся частей.

Вследствие расширения труб от нагревания, во всех частях трубопровода возникают напряжения и сдвиги, которые могут быть обезврежены только особыми приспособлениями.

При прокладке коротких линий, вышеозначенные изменения не значительны и могут быть легко вос-

приняты отводами последующих трубопроводов. Следует только при этом обращать внимание на то, чтобы изгиб трубы был бы в действительности возможен и чтобы ему не препятствовали какие-либо укрепления, наглухо связывающие трубу с частями здания. Так, например, если стояк укреплен хомутами в вертикальном положении к стене и в нижней своей части прочно подвешен к потолку здания, то не следует ответвления укреплять хомутами поблизости от него, а предоставить им достаточный простор, для их деформации без какого-либо повреждения частей соединения. Расширение трубопровода довольно значительно. При нагревании труб на  $80^{\circ}\text{C}$  1 м трубы увеличивается в длину на 1 мм, так что при стояке в 15 м высотой увеличение произойдет на 15 мм.

При тонкостенных трубах малого диаметра этого явления в полной мере не наблюдается. Если расположить точки укрепления на достаточном друг от друга расстоянии, то труба принимает форму легкого змеевидного искривления, которое при более сильном нагреве вынуживается еще сильнее. Однако эти искривления несколько не заметны, если не видеть всей трубы на всем ее протяжении. Поэтому легко можно получить впечатление, что искривлений на трубе никаких не имеется. Рекомендуется вследствие этого не злоупотреблять большим количеством укреплений и снабжать ответвления соответствующими хомутами, не препятствующими свободному расширению трубопровода, а способствующими направлению его движения.

Особенно при трубопроводах с более значительными диаметрами невозможно избавиться от действия термического расширения, вследствие чего необходимо делать присоединения труб к нагревательным приборам эластичными, т.е. достаточно длинными. Поэтому присоединения к нагревательным приборам, находящимся вблизи от стояков, делают таким образом, что подающую трубу отводят над прибором к другому концу и затем уже присоединяют (фиг. 88).

Расширение распределительного трубопровода, как правило, возможно достигнуть соответствующим расположением трубопроводов. Ответвления от главной магистрали делают в данном случае такими же, как для нагревательных приборов.

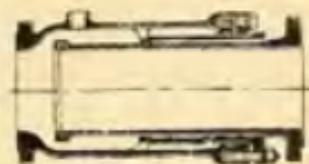
Для трубопроводов на дальние расстояния компенсация труб посредством такой прокладки часто не достигается. В таких случаях вставляют в линию особые приспособления, называемые компенсаторами.

Одним из самых давнишних устройств является — сальниковый компенсатор. Одному концу трубы придают форму сальника, дающего возможность свободно двигаться другому концу трубы (фиг. 89).

Для сохранения плотности в соединениях необходимо наблюдать за состоянием на-

бивки и подтягивать сальник. Свободное движение трубы лишь тогда возможно, когда внутренняя труба имеет совершенно глад-

Фиг. 88. Рисунок изображает способ присоединения трубопровода к нагревательному прибору, для предотвращения деформироваться.



Фиг. 89. Сальниковый компенсатор.

кую поверхность. Поэтому обработка и должна быть особенно тщательная и смазка ее должна быть всегда достаточная.

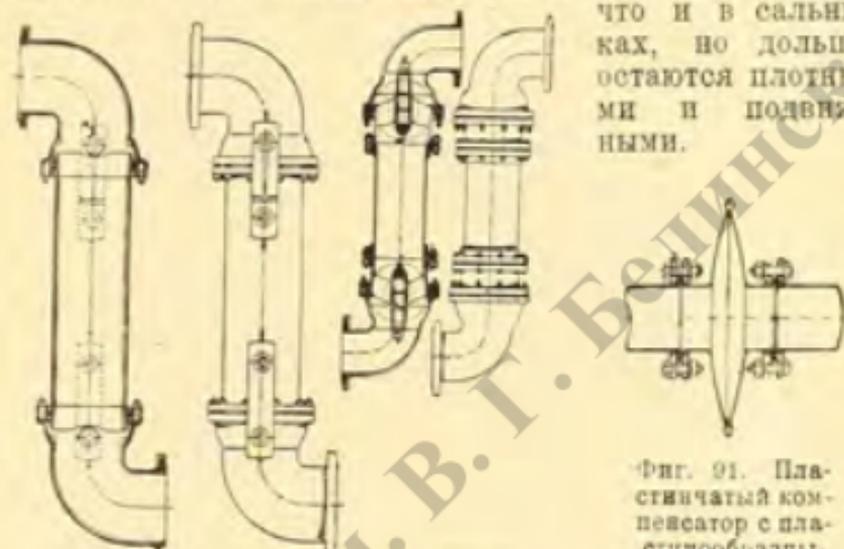
В машинных помещениях при наличии постоянного наблюдения за ними, эти компенсаторы вполне оправдывают себя. Что же касается их действия при трубопроводах, проложенных в каналах на дальнее расстояние, в особенности при трубопроводах, проложенных свободно на высоких мачтах, в этих случаях они быстро заедают и дают течь.

Другого рода компенсаторы, незначительно увеличивающие напряжения в трубопроводах, — это ком-

пенсаторы с подвижными коленчатыми соединениями (фиг. 90).

При этих компенсаторах, вместо продольного сдвига трубопроводов в сальниковых компенсаторах, происходит вращение тщательно пригнанных друг к другу плоскостей. Эти соединения имеют те же недостатки,

что и в сальниках, но дольше остаются плотными и подвижными.



Фиг. 90. Коленчатые компенсаторы.

Фиг. 91. Пластинчатый компенсатор с пластинчатообразными пружинами.

Поэтому при выборе компенсаторов, склоняются больше к такому роду соединений, которые в состоянии воспринять расширение трубопроводов путем собственного эластичного изменения форм.

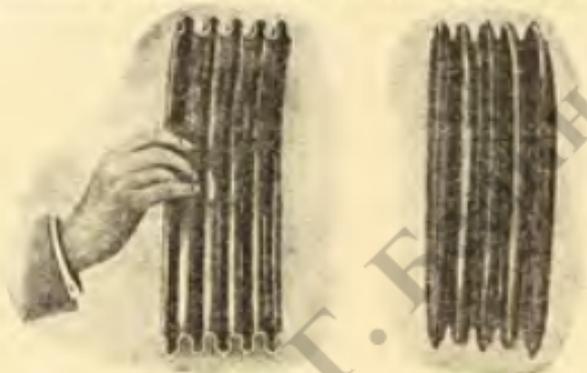
Включение в трубопровод пружинящих пластин не оправдалось (фиг. 91).

Пластинки подвержены быстрому излому и должны быть тогда заменены новыми. Последовательное присоединение такого рода пластинок тоже не удовлетворительно.

Кроме означенных дефектов, эти соединения вводят в систему значительные сопротивления и при быстром движении воды в трубах образуют шум, передающийся по всему трубопроводу. Для паровых линий это соединение, кроме вышеозначенных явлений,

имеет еще тот недостаток, что пространства между пластинками являются нежелательным местом скопления конденсата, вызывающего удары и шум в трубопроводе. *Примечание ред.*

Значительным улучшением основной идеи являются рифленые трубы, состоящие из целого ряда колец, вдавленных машинным способом в железо (фиг. 92) и допускающих продольное сжатие трубопровода.



Фиг. 92. Труба с завальцованными изгибами. Несколько таких частей соединены между собой посредством сварки.

В отдельности один изгиб может воспринять самое незначительное продольное изменение в зависимости от толщины самого железа и глубины изгиба. Но так как таких звеньев возможно последовательно включить значительное количество, то этим способом, зная норму сжатия одного звена, возможно приспособить вполне определенной величины компенсатор. Препятствием к их распространению служит, однако, их высокая цена.

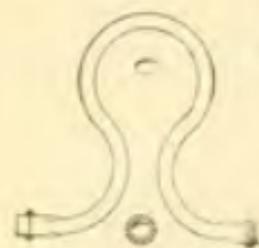
Как и в первом случае существенным недостатком этого устройства является возникновение шума в трубопроводе. Колебательное движение воды при больших скоростях совпадает с колебательной возможностью такого компенсатора и получается однотонный гуд, распространяющийся по всему трубопроводу. Избегают этого иногда таким образом, что меняют его на компенсатор более длинный, или на компенсатор большего диаметра, колебательный контур которого несколько иной, чем воды.

*Примечание ред.*

Но и простая труба, при соответственной прокладке может компенсировать и это явление послужило началом устройства компенсаторов формы лиры (фиг. 93).

Вначале их делали для получения тонких стенок и необходимой эластичности из медных труб. В виду однако, того, что медные трубы под влиянием высоких температур делаются хрупкими и легко ломаются; их стали делать из железных и стальных труб, особенно в связи с навыком по сварке их в бо-

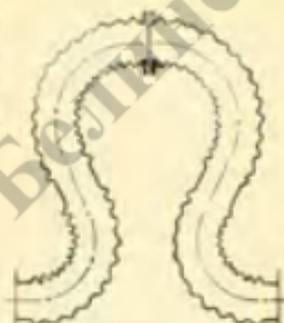
лее длинные трубопроводы, одинаковой прочности по всей их длине.



Фиг. 93. Компенсатор. Для облегчения скатки компенсатора, труба несколько сплюснута и имеет в разрезе форму овала.



Фиг. 94. Представляет собой компенсатор в форме петли.



Фиг. 95. Компенсатор на рифленном железе.

Так как сильно согнутые части более всего подвержены слою, необходимо чтобы места сварки находились в прямых частях или же в согнутых, но, по возможности, с большим радиусом кривизны. Поэтому компенсаторы в форме петли (фиг. 94) более прочные, чем компенсатор в форме лиры. Но устройство такого компенсатора имеет тот недостаток, что трубопровод перекрепляется и поэтому теряет уклон на величину большую, чем диаметр трубопровода.

Для облегчения движения трубопровода, компенсаторы стали делать из рифленного трубопровода, вследствие чего при сохранении той же эластичности отводы компенсатора значительно сократились (фиг. 95).

Все виды компенсирующих устройств могут быть при равном напряжении материалов сжимаемы и в равной степени растягиваемы. Таким образом возможно без нарушения пружинящего действия компенсатора создать в холодном виде определенное напряжение в материале, которое при незначительном нагреве исчезает, а при полном нагреве дает напряжение в материале в обратном смысле. При этом устройстве возможно допустить двойное расширение без ущерба для компенсатора, или же на половину сократить в нем напряжение при одинаковых условиях длины расширения трубопровода. Этот способ называется способом устройства компенсации с начальным напряжением.

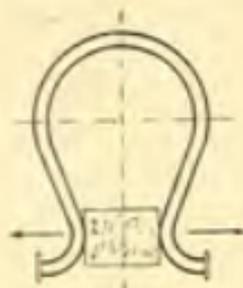
Соблюдение этого правила имеет особое значение там, где трубопровод вынужден принять на себя все усилия от собственного расширения и там, где не имеется достаточного места для установки компенсирующих частей необходимой величины.

Если ожидаемое расширение трубопровода небольшое, то для ввода начального напряжения возможно пользоваться следующим приемом: концы труб делают более короткими, чем нужно и затем стягивают болтами отстающие друг от друга фланцы, пока не произойдет плотного соединения.

При более значительных сдвигах придают компенсатору до начала соединения определенное обратное напряжение. Это достигается тем, что у компенсатора формы лиры раздвигают отводы вклиниванием в самую узкую их часть куска дерева (фиг. 96).

Имеется еще вид выравнивательного приспособления посредством металлических рукавов, похожего по внешнему виду на компенсаторы формы лиры, но по существу своему совершенно различные. Металлические рукава изготавливаются из особого профилированного железа, сплетенного спиралеобразно, с вложением асбеста, или тому подобного уплотняющего вещества, или же без такового на одной сварке. Такие рукава легко подвижны и не представляют никакого

сопротивления. Концы их выгибов получают особое направляющее устройство и таким образом дают возможность двигаться трубопроводу при его расширении без какого-либо сопротивления (фиг. 97).

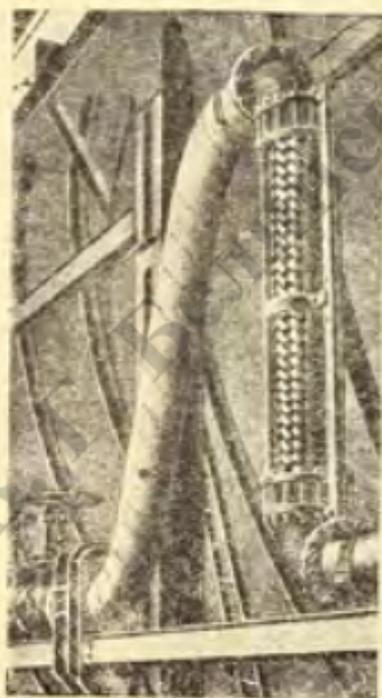


Фиг. 96. Компенсатор со вставленным куском дерева. Этим способом возможно достигнуть значительно-го растяжения концов компенсатора.

Наблюдавшийся прежде недостаток частых неплотностей после непродолжительной их работы, в настоящее время при соответствующем уходе устранен.

Все приспособления, служащие для выравнивания напряжений, происходящих от различного расширения трубопроводов, принадлежат к самым чувствительным частям всего трубопровода. Они должны поступать с фабрики в безусловно хорошем состоянии. Как-либо исправления или добавочные работы над ними никоим образом не должны производиться монтером.

**Прокладка трубопроводов через стены.** Прокладка трубопроводов через стены и перекрытия требует осо-



Фиг. 97. Компенсатор на металлического рукава.

бого внимания. Трубы должны по возможности свободно двигаться в этих местах, при соблюдении наименьших размеров отверстий.

Если отверстие в стене после монтажа заштукатуривается без всяких предосторожностей, то штукатурка плотно пристает к трубе и при малейшем расширении ее крошится и образует некрасивое отверстие. Необходимо поэтому строго следить за тем, чтобы труба получала особый неподвижный покров.

Если труба передвигается только в продольном направлении, то достаточно обложить ее несколькими слоями твердой бумаги и по высыхании штукатурки обрезать концы ее острым ножом.

При незначительных боковых движениях трубы возможно подобным же образом пользоваться рифленным кардоном.

Указанные две возможности предохранения труб от присыхания к ним штукатурки имеют то преимущество, что дают возможность приспособляться с ними ко всем видоизменениям стены и не обязывают выпускать трубу наружу в случае необходимости устройства отвода или утки.

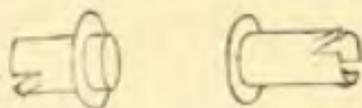
Чаще всего, в настоящее время, предохраняют трубы от штукатурки металлическими гильзами. Вначале их делали из цинковых листов, легко поддающихся обработке и, в случае необходимости, могущих быть исправленными на стройке. Для этого берут небольшой кусок цинкового листа, свертывают его в трубку и спаивают края его легким припоем. Диаметр трубки делают на 3—4 мм больше диаметра трубы. Для укрепления гильзы в стене вырубают в концах гильзы небольшие полоски и выгибают их в виде лапок, или же припаивают кольца, плотно вмазываемые в стены (фиг. 98).

Часто припаивают к концам гильз кольца, плотно прижимающиеся к поверхности стен.

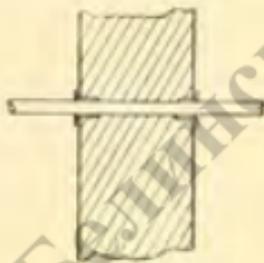
Иногда не делают лапок, а вставляют с одной стороны гильзу с коническим расширением, с другой стороны вставляют трубку меньшего диаметра таким

образом, что конец ее входит в расширенную часть первой трубки. При данном устройстве трубопровод обхватывается во всю ширину стены гильзой и не прикасается ни одной своей частью сены.

Главным недостатком этого устройства и вообще подобного рода гильз является их непрочность, а главное — необходимость насаживания их до соединения трубопровода в то время, как существует стремление пользоваться ими после окончания монтажа.



Фиг. 98. Цинковые гильзы для прокладки труб через стены и перекрытия.



Фиг. 99. Соединение с прокладкой двух гильз.

В настоящее время цинковыми гильзами почти нигде не пользуются, а вместо них прибегают к железу.

Гильзы сделанные из концов труб имеют то преимущество, что могут быть выпилены из остатков трубопровода на самой постройке. Для этого берут трубы на два размера крупнее самого трубопровода, во избежание возможности недостаточно свободного движения его в гильзе. Разность в диаметрах таким образом получается около 7,5 м.

Зато полную свободу в придаче какой угодно формы можно иметь при употреблении чугунного литья для выделки гильзы. Разумеется, их нельзя изготавливать на месте работ, их следует получить в количестве необходимом для работы готовыми на стройку в таком же порядке, как получают другие материалы.

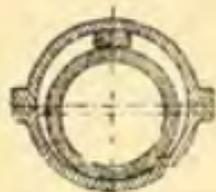
Цельные гильзы на вид красивы, так как не имеют рассечки. Но в виду того что их приходится насаживать во время монтажа в настоящее время склоняются к делимым формам (фиг. 100).

Обыкновенно удовлетворяются предохранением трубопровода непосредственно за поверхностью стены, оставляя его на остальном протяжении открытым. Но увлекаться таким устройством нельзя, особенно при употреблении одних только розеток, или коротких конусообразных гильз, как это показано на фиг. 100.

Такое устройство часто является причиной косо́го вывода труб из стены. Следовательно, такая труба не в состоянии расширяться по направлению своей оси, а принуждена расширяться в сторону, вследствие чего происходит расшатывание гильзы. Таким образом, гильза не оправдывает своего назначения.



Фиг. 100. Чугунные гильзы, состоящие из двух частей.



Фиг. 101. Разрез трубы и гильзы со вставленным деревянным клинком.

Есть гильзы, которые одной своей половиной прижимаются к другой, посредством особого устройства пружин. У других устройств пружины отсутствуют, но обе половины гильз прижимаются друг к другу и скрепляются посредством проволоки.

Если при расширении трубопровода ожидают бокового сдвига, то гильзу укрепляют таким образом, чтобы обеспечить свободное движение трубы в желаемом направлении. Так, например, все ответвления к нагревательным приборам должны быть расположены таким образом, чтобы они касались нижней части гильзы, дабы иметь определенный простор к движению вверх.

Монтаж такого соединения происходит так, что между трубой и гильзой вклинивают кусок дерева, который прижимает трубу к нижней части гильзы (фиг. 101).

Лишь после засыхания штукатурки означенный клинок извлекается из гильзы.

Поломанные гильзы возможно легко исправить накладыванием заплат, если приобретение новых не является более дешевым. Часто является вполне достаточным связывание сломанных частей проволокой. Необходимо только при этом следить, чтобы проволока была скрыта в стене.

Строительные работы, необходимые для прокладки труб, редко указываются на монтажных чертежах и исполняются до прихода монтера на работу. В таком случае монтер обязан проверить все ли работы строительного характера выполнены в соответствии с имеющимися у него на руках чертежами. Если окажутся отступления, то он должен немедленно дать необходимые указания и требовать исполнения означенных работ. В случае не имея соответственных данных, он должен на основании монтажных чертежей наметить все дыры, отверстия и каналы в стенах и перекрытиях и указать, где следует пробить отверстия для кронштейнов, подвесок, или другого рода укреплений для труб. До ухода каменщика монтер обязан проверить все указанные работы и особенно обратить внимание на то, правильно ли установлены и прикреплены к стенам все железные части. Переделки вызывают во всех случаях много неприятностей и требуют лишнюю работу, не говоря уже о том, что монтаж системы задерживается ненужным образом.

**Котлы.** По роду употребляемого для котлов материала различают железные и чугунные котлы. Прежде железные котлы по форме своей близко походили на паровые котлы высокого давления. Лишь значительно позднее, особенно для котлов малой производительности, стали придавать новые формы, при чем этому способствовало в значительной мере развитие автогенной сварки. В то время, как прежде каждый желез-

ный котел требовал обязательно своей обмуровки, в настоящее время, при новейших конструкциях, это частично отпадает. В самое последнее время собирают железные котлы, на подобие чугунных котлов, из элементов.

Чугунный котел собирается из нескольких однородных элементов, замыкающих одновременно котел таким образом, что обмуровки не требуется. Только совсем маленькие котлы отливаются, как одно целое или собираются из разных частей.

С понятием чугунного котла сопряжено понятие о свободно стоящем котле. По роду их устройства различают секционные котлы и котлы малых размеров.

Поверхность нагрева котлов определяется в зависимости от потребного количества тепла, необходимого для системы. Расчет ее производится проектирующим инженером, который только один может учесть все обстоятельства, влияющие на размер котла. В данном случае играют большую роль род эксплуатации системы, время разогревания котлов и возможные перспективы расширения системы в будущем, как обстоятельства, которые необходимо предусмотреть в расчетах. Производство хотя бы приблизительных расчетов поверхности нагрева котлов является совершенно лишним для монтера и отвлекло бы напрасно его внимание от настоящей работы.

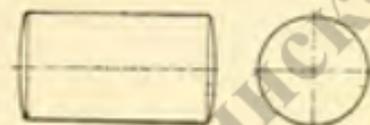
Если форма и величина котла определены то стенки его должны быть так сконструированы, чтобы котел мог выдержать рабочее давление. Это требование для котлов центрального отопления, где вообще имеются не высокие давления, привело бы к тому, что транспорт котлов с завода на стройку оказался бы вообще невозможным. Поэтому большинство котлов строят таким образом, чтобы в первую очередь удовлетворить требованиям транспорта.

Обмурованные железные котлы. Самой простой формой лежащего цилиндрического котла является цилиндр, так называемый цилиндрический

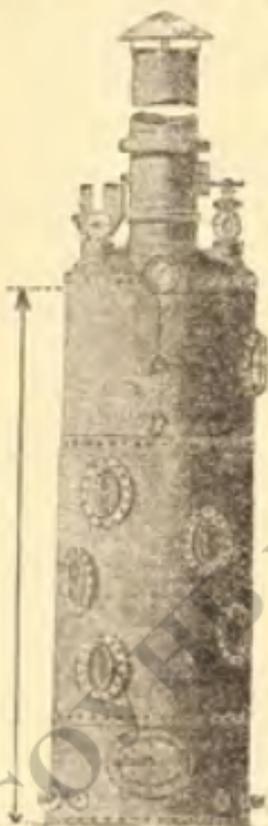
котел, состоящий из цилиндрического корпуса и двух дниц (фиг. 102).

Для увеличения поверхности нагрева часто вставляют между дницами цилиндр меньшего размера, так называемую жаровую или жаровую трубу. Эту трубу чаще всего располагают в нижней части котла. Кроме жаровой трубы вставляют еще значительное ко-

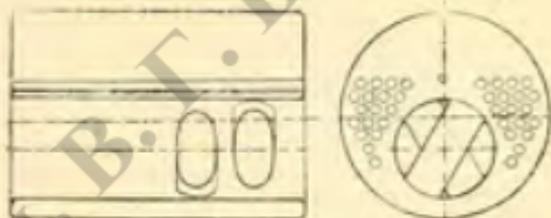
личество  
трубок,  
называемых дымо-  
гарными  
(фиг. 103).



Фиг. 102. Простой цилиндрический котел.



Фиг. 104. Изображает вертикальный котел системы инж. Шухова.



Фиг. 103. Котел с жаровой трубой и жаровыми трубами, имеющий, кроме того, две поперечные трубы Галюва.

Для дальнейшего увеличения поверхности нагрева пользуются особыми поперечными трубами, трубами Галюва.

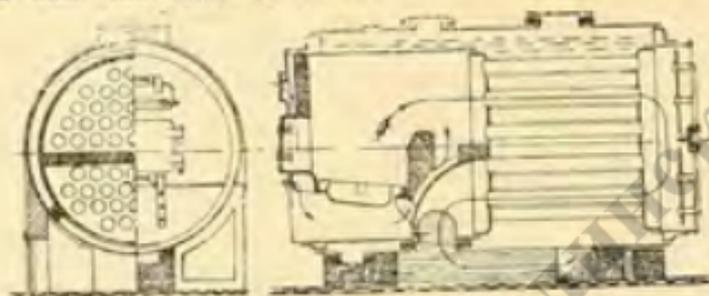
Часто для получения пара высокого давления употребляются при устройствах центрального отопления вертикальные трубчатые котлы системы инженера Шухова (фиг. 104).

Они строятся определенных размеров и имеют поверхность нагрева от 7 и выше кв. м.

Преимущество их состоит в том, что они необыкновенно просты по своей конструкции, удобны в смысле их установки и не

занимают большого места. Чаще всего они играют роль вспомогательных котлов для получения пара от 1,5 до 2-х ат необходимого для форсунок, при тожке водогрейных котлов нефтью.

В последнее время стали пользоваться большим успехом котлы инж. Яхимовича (фиг. 105).



Фиг. 105. Горизонтальный трубчатый котел инж. Яхимовича.

Они необыкновенно удобны в смысле установки, занимают мало места, очень производительны и не требуют обмуровки. Главным их недостатком является их незначительная теплоемкость. Монтаж их должен быть очень тщательный, как это вообще требуется при котлах трубчатой системы.

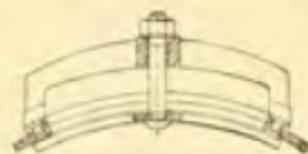
*(Примечание ред.).*

Часто на паровых котлах устанавливают так называемые сухонагреватели, увеличивающие с одной стороны объем пара, а с другой стороны высушивающие его. Они представляют собой цилиндры, прикрепляемые к корпусу котла и имеющие отросток для выпуска пара.

Для внутреннего осмотра котлов оставляют на них специальные отверстия, называемые лазами. Они плотно закрываются особыми крышками и прижимаются с внутренней стороны к отверстию особыми стяжными болтами. У самых маленьких котлов отверстия делают не настолько большими, чтобы в них мог влезть человек, а оставляют отверстия достаточные для просовывания в них руки.

Края всех этих отверстий снабжаются крепким кольцом, прикрепляемым к корпусу и служащим для увеличения упругости материала, а равно для более плотного прилегания крышки к краям отверстия.

Форма отверстия лаза всегда овальная и делается таковой для того, чтобы поворотом крышки на 90° ее возможно было свободно вынуть. Крышки, в зависимости от их величины, имеют один или два болта с винтовой резьбой, с помощью которых они, посред-



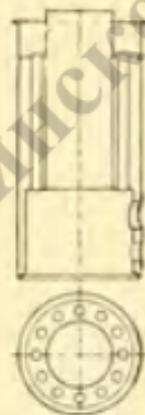
Фиг. 106. Прикрепление крышки к отверстию лаза.

ством сильных хомутов, крепко прижимаются к отверстию лаза (фиг. 106).  
Вертикальные котлы делаются с жаровыми и дымогарными трубами. Часто применяют тонкие трубы Галювея. Вставкой в корпус более малого цилиндра, удлинением его на величину цилиндра и соединением его с корпусом получается котел с огневой коробкой. Для обслуживания прорезают в нижней части корпуса необходимые отверстия и ставят соответствующие дверки (фиг. 107).

Барабаны, жаровые трубы и трубы Галювея делаются из провальцованных железных листов, выгибаемых в цилиндры и скрепляемых по шву либо заклепками, либо разными способами заварки.

Днища чаще всего прессуют, заклёпывают и заваривают. Реже всего их вырезают из листов, соединяют с барабаном посредством колец из углового железа, а с жаровыми трубами — посредством горловин на заклепках. Дымогарные трубы навальцовываются в отверстия днищ и разбортовываются.

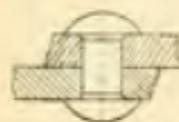
При разрезании и гнутье листов редко происходят какие-либо повреждения. Зато при заклепочных работах могут образовываться легкие трещины и даже остаться незамеченными во время пробной прессовки котлов на заводе. Лишь только после транспорта,



Фиг. 107. Вертикальный котел с огневой коробкой, дымогарными трубами и верхней дымовой камерой.

а иногда по истечении довольно значительного времени их работы, могут быть замечены означенные неплотности.

Если отверстия для заклепок сверлятся, как это делается в большинстве случаев в Германии, то нет опасений, что могут произойти какие-либо повреждения с железом. Иначе дело обстоит, если отверстия подвергаются сильным деформациям во время их выдавливания посредством острых штампов. При данном производстве железо теряет свою упругость и тут же по краям отверстия, образуются надрывы.



Фиг. 108.  
Соединение  
листов по-  
средством  
заклепок.

Цель заклепок состоит в том, чтобы плотно прижать края железных листов друг к другу и, таким образом, содействовать плотному их соединению. Для этого они снабжены крепкими головками, сильно стягиваемыми стержнем друг к другу (фиг. 108).

Заклепка, имеющая до своей обработки только одну головку со стержнем, значительно более длинным, чем толщина двух листов, которые он должен стянуть, нагревается до белого каления и затем просовывается через отверстие, после чего начинается ее обработка. Посредством молотков, или особых прессов, стержень сплющивается и постепенно приобретает форму головки. Работа производится до тех пор, пока головка примет темно-красный цвет. При дальнейшем охлаждении заклепки, стержень стягивается и крепко прижимает листы друг к другу.

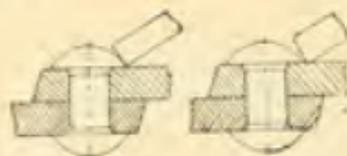
Если сжатие заклепок недостаточное или сжимаемые плоскости недостаточно равные и несмотря на действие заклепок, все-таки обнаруживают неплотности, тогда прибегают к чеканке головок и листов. При этом нужно производить чеканку только головок у края листов, но никоим образом не касаться их поверхности (фиг. 109).

Малейшее повреждение поверхности котла может быть причиной возникновения трещины, которая при

известных обстоятельствах может оказаться неисправимой и сделать весь котел непригодным.

Для чеканки и для правильности заклепочных соединений, необходимо толщину листов выбирать размером от 6 до 8 мм. Большое значение имеет форма перехода от стержня заклепки до ее головки. Переход должен быть постепенный и никоим образом не образовывать острых углов. Острые вырезы часто ведут к трещинам и срыву головок от стержня (фиг. 110).

Поэтому необходимо, чтобы край отверстий ровно стачивался, требование, которое почти никогда не выполняется при



Фиг. 109. Чеканка головок. Слева, как следует: тупая часть инструмента касается только головки; справа — неправильно: острый край инструмента касается листа и повреждает его поверхность.



Фиг. 110. Неправильно выполненное заклепочное соединение. Край отверстий не стачен. Острый вырез у головки является причиной ее срыва.

штампованных дырах. Заклепочное соединение есть самое лучшее, но в то же время самое дорогое соединение. Каким-либо повреждением котлов с заклепочным соединением, при самом тщательном осмотре, без их наполнения найти

невозможно. К опрессовке же их мастер может приступить без потери времени лишь тогда, когда это имеется в условиях договора. Как правило, можно считать, что опрессовка их происходит одновременно со всей системой, после окончания монтажа.

Небольшие течи в соединениях могут быть сравнительно легко устранены чеканкой. Инструмент для этого должен быть хорошо закален и не должен быть острым, во избежание повреждений поверхности котла. Другого какого-либо способа для устранения течи никоим образом применять нельзя. В особенности применение автогенной сварки совершенно недопустимо, ибо может окончательно вывести котел из строя. Кроме

того, этим способом почти исключена возможность устранения неплотностей.

**Сварка простая.** Сравнительно редко прибегают к сварке швов в нахлестку. В то время, как форма листов при заклепочных работах не меняется и листы накладываются просто друг на друга, таковая при сварочных работах принимает другую форму. Край листов выковывают на подобие косо срезанных листов и накладывают их друг на друга таким образом, что соединение получается несколько более толстым, чем толщина листа железа (фиг. 111).



Фиг. 111. Сварка котельного железа в нахлестку.

Наложенные друг на друга концы железа нагревают огнем, в настоящее время чаще всего газом, до белого каления и затем с помощью молотков, или прессы, производят сварку.

Для этой работы необходима толщина железа не менее 8—10 мм, так как иначе происходит сильное сгорание его.

При хорошем исполнении работы соединение получается прекрасное и превосходит заклепочное соединение, благодаря своему ровному строению. Способ этот применяется для таких соединений, которые больше всего подвержены действию огня. Выдающиеся края, а равно головки заклепок легко поддаются накали и сгорают. Плохое исполнение сварки становится заметным при опрессовании котла. Исправление его должно производиться на заводе, имеющем соответствующие приспособления и оборудование.

В последние годы большое распространение получила автогенная сварка. При этом роде соединения, листы железа свариваются в стык. Пространство между ними заполняется жидким железом под действием температуры плавления.

Для получения хорошего соединения, при котором железо не должно выступать из-под низа, необходимо, чтобы края листов были сточены клинообразно. Заполнение жидким железом полученного таким образом

желоба происходит постепенно (фиг. 30). Если края железа имеют тупой обрез, то сварка происходит только в области верхней части железа и соединение не будет обладать достаточной прочностью. В крайнем случае жидкое железо может просочиться насквозь и, образовав неровности, быть причиной плохой сварки (фиг. 28 и 29).

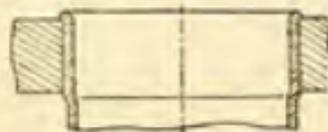
Большое преимущество этого способа сварки заключается в том, что с успехом допускает соединение сравнительно тонких листов железа. Между прочим, имеются уже в действии бачки, сделанные из 3 мм железа и даже из железа более тонкого. Предельной толщиной железа для сварки нужно считать 10 мм. Более крупные сорта железа для данной работы невыгодны, так как требуют глубокой сварки и дороже заклёпочных соединений.

Род обработки, выполняемый только опытными мастерами, требует большого нагрева железа вблизи его сварки, в то время, как остальная часть железа остается холодной. Вследствие этого в железе, во время его охлаждения, возникают напряжения, которые возможно обезвредить осторожным прокаливанием после окончания сварки.

Если оставить железо без проковки, а материал, вследствие быстрого нагревания и охлаждения, делается особенно хрупким, то не исключается возможность появления трещин во швах, или вблизи их, особенно после транспорта материала. Такого рода повреждение легко узнается при внимательном осмотре поверхности котла. Устранение означенных дефектов предоставляют поставщику или же исправляют их собственными силами и средствами, но лишь по просьбе поставщика и за его ответственностью. Ибо часто при исправлении одной трещины обнаруживаются, вследствие изменяющегося соотношения напряжений в материале, трещины в других местах.

Способ исправления и все необходимые приспособления для выполнения означенных работ подробно описаны в главе о трубопроводах.

Дымогарные трубы в котлах для центрального отопления навальцовываются в днища. Поверхность отверстия для них гладкая, без особых борозд. Вследствие различного нагрева днищ и труб и различной степени расширения того и другого, напряжения, которые возникают в местах развальцовки, часто бывают очень значительными. Во избежание неплотностей в местах соединений, необходимо трубы подвергнуть небольшой разбортовке, дабы укрепить их лучше к днищам (фиг. 112).



Фиг. 112. Развальцовка и разбортовка дымовых труб в днищах.

Расшатывание труб во время их разбортовки может быть причиной ослабления их развальцовки, а следовательно, и образования неплотностей. Если по каким либо причинам разбортовка производится молотком, необходимо каждый раз, вследствие этого, повторить развальцовку.

**Тяжелая арматура.** Для прикрепления котельной арматуры и для присоединения трубопроводов, корпус котла снабжается определенным количеством дыр, снабжаемых газовой резьбой или фланцами. Последние прикрепляются к котлу по особым заданиям. От их точного положения и величины зависит возможность правильно распределить все части. Неправильное расположение отверстий принуждает иногда распределять арматуру котла не вполне рационально. Во избежание этого, необходимо точно проверить все предварительные работы, произведенные на котле. Это, однако, возможно только тогда, когда к монтажным чертежам прилагаются чертежи, из которых желаемое расположение штуцеров и отверстий становится вполне очевидным.

Относительно исполнения работ по присоединению частей, необходимо заметить, что всякое отверстие в корпусе котла, вследствие ослабления материала на этом месте, следует укрепить особыми кольцами, прикрепляемыми на краях отверстий. Иногда бывает вполне достаточным для укрепления штуцера вос-

пользоваться куском трубы, к концу которой прикрепить шайбу и последнюю старательно приварить, либо приклепать к корпусу котла. Плоские днища, снабжаемые отверстиями для дымогарных труб, выполняются соответственно из более толстого железа. Укрепляющие фланцы устанавливаются, таким образом, чтобы край их отверстия точно совпадал с краем отверстия котла. Тогда снабжают корпус котла и фланцы общей газовой резьбой и получают, таким образом, в ввинчиваемой трубе лучшие укрепления, чем на резьбе одного только корпуса котла. Для присоединения фланца и получения удовлетворительной уплотняющей поверхности, лучше получить такую втулку на укрепляемом кольце, чем на самом корпусе котла.



Фиг. 113. Соединительный фланец, приклепанный к котлу.

Фланцевые болты ввинчиваются в отверстие вышеозначенных колец и никоим образом не должны касаться поверхности котла (фиг. 113).

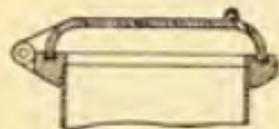
Проточка слишком глубоких отверстий может быть причиной повреждения корпуса котла. Это обстоятельство может привести к постоянным неплотностям, устранение коих едва ли может быть впоследствии успешно.

Самой важной частью, так называемой грубой арматурой котла, является его топочное устройство. В зависимости от предполагаемого обслуживания котла и рода топлива, применяемого для отопления, топочные устройства выполняются различно. Процесс топки разбивается на следующие составные элементы: снабжение котла топливом, чистка его, приспособление для горения (колосники) и регулировка.

Большим значением для отопления является вопрос—будет ли котел снабжаться автоматически, без особого надзора за ним, или же он будет обслуживаться истопником и находиться под постоянным наблюдением.

Первый род устройства предполагает определенный запас топлива, сохраняемого в топочной шахте над

котлом. Топливо автоматически продвигается вперед, в зависимости от количества сгораемого в котле. Для равномерного и уверенного движения топлива вперед, шахту располагают вертикально, причем несколько расширенно по направлению вниз. Верхняя часть шахты, по возможности, плотно закрывается особой крышкой, удаляемой только на короткое время, для наполнения шахты. Необходимо обращать особое внимание на то, чтобы горловина шахты была плотно прикрываема крышкой. Пользование ею должно быть легкое, так как в противном случае возможен недо-  
 смотр в уходе за ней. Поэтому рационально не делать крышку съемной, а подвижной.



Фиг. 114. Крышка для шахты с укреплением ее посредством шарнира. Уплотнение. — с помощью желобка, наполненного песком.

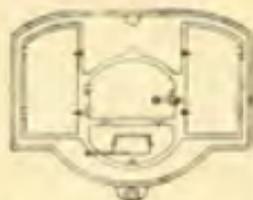
Очень часто шахту, особенно при применении длиннопламенного топлива, вытягивают наклонно вперед, так что содержимое двигается по наклонной плоскости по направлению к колосникам. В этом случае крышка имеет форму клапана, открываемого на подобие топочных дверей.

Такого рода хранилище должно иметь легко управляемое регулировочное приспособление, для подачи в топку котла определенного количества топлива. Чаще всего для этого употребляется задвижка, реже — вращающийся на оси клапан. Совершенно недопустимо проникновение воздуха в котел через регулировочное приспособление. Поэтому необходимо обращать внимание на то, чтобы все отверстия были бы достаточно хорошо изолированы и не пропускали бы воздуха во время действия регулировочного приспособления.

Для чистки котла и дымоходов устанавливают несколько дверей и клапанов. В зависимости от назначения, их подразделяют на топочные дверки, поддувальные, дверки для чистки дымогарных труб, задвижки или клапаны для дымоходов. Первые три дверки устанавливают иногда совместно на общей

плите, часто имеющей приспособления для укрепления остальной котельной арматуры (фиг. 115).

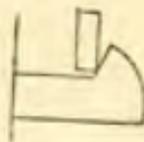
Топочные и поддувальные дверки часто открываются и должны быть удобны для ухода за ними. Как правило, пользуются клиновым затвором. При откры-



Фиг. 115. Чугунная топочная плита для трубчатого котла с дымогарными трубами. В средней части находится топочная и поддувальная дверки; последняя с клапаном для регулирования притока воздуха. С боков видны дверки для чистки дымогарных труб. Наверху, в средней части, находится отверстие для установки водомерного стекла, а внизу — отверстие для выпуска воды из котла.

вании дверки легким движением поднимают рукоятку и закрывают ее простым захлопыванием. Рычажок, прикрепленный к рукоятке, двигается по кривой плоскости и, добравшись до верха, падает вниз и заклинивается крючком. Вследствие наклонной плоскости крючка, рычажок плотно прижимает крышку к краям отверстия (фиг. 116).

Открывание дверок для чистки происходит значительно реже и поэтому они могут быть прикреплены с меньшим удобством. Для того, чтобы затруднить ненужное открывание дверок, выбирают такие затворы, которые для их действия требуют определенного усилия. Для этого часто пользуются затворами, действующими посредством задвижек, которые, кроме того, дают возможность прижимать дверки к уплотняющим плоскостям.



Фиг. 116. Устройство крючка для топочной дверки.

Все эти дверки и клапаны должны обязательно плотно прикрывать отверстия. Малейшая щель имеет свое влияние на процесс горения, путем ли более сильного сгорания топлива, чем это желательно, или же примесью излишка воздуха, охлаждающего горючие газы и влияющего на теплоотдачу и теплопроизводительность. Чаще всего делают затворы, и плиты

из чугуна. Соединения их с обмуровкой происходит либо с заершенными болтами, штифтовыми болтами с металлическими частями и реже всего простыми болтами.

Те части, которые имеют изъяны от плохого литья, должны быть совершенно исключены из употребления. От всякой попытки их исправить следует решительно отказаться.

Небольшие дефекты в литье, в виде незначительных пористых мест, могут быть исправлены. Никким образом не следует их замазывать замазкой или подобными веществами. Такие заплатки не могут долго сохраняться, рано или поздно вся эта масса отваливается и неплотности снова обнаруживаются. Если речь идет о незначительных раковинах в литье, то их возможно устранить путем легкой чеканки. То место, которое подлежит обработке, необходимо тщательно подпереть, так как в противном случае в местах ударов могут образоваться легко трещины, которые вообще не поддаются исправлению. Способ чеканки применим только тогда, когда железо достаточно мягко. В этом случае достаточны уже легкие удары для того, чтобы достигнуть желаемого результата. Для исполнения этой работы необходимо пользоваться только легким молотком и продолжать чеканку недолго. Если желаемого результата таким способом не получается, то пытаются прибегнуть к другому способу. В поврежденном месте просверливают особую дыру, которую снабжают резьбой и ввинчивают в нее шпильку. Края шпильки прибивают легкой чеканкой к стенкам и затем исправленное место сглаживают осторожно напильником. Диаметр шпильки не должен в своем размере превосходить двойной толщины стенки. При диаметре отверстий значительно меньших, совершенно не пользуются резьбой и заклепывают простой заклепкой.

Повреждения больших размеров вообще трудно исправимы. Такие части полностью бракуются. Исправление же частей посредством способа пайки или автогенной сварки совершенно недопустимо, так как,

вследствие сильного нагревания, литье подвергается большим внутренним напряжениям и рано или поздно ломается. Полное уплотнение вставляемых в обмуровку частей достигается промазкой щелей глиной. Такого рода смазка должна возобновляться при каждом новом отопительном сезоне и после каждой чистки котла.

Часто можно наблюдать, что дверки или вставные рамы деформируются под влиянием их нагрева. Если какая-либо часть деформируется под влиянием тепла таким образом, что внутренние напряжения с изменением ее форм исчезают, то достаточно их приприваливание в холодном состоянии для получения хорошего уплотнения. Если же форма меняется с температурой, то прилаживание части в холодном состоянии недостаточно. Необходимо вести работу так, чтобы при незначительном нагревании щели сами по себе исчезали. Если при более высоких температурах образовались бы дальнейшие, но небольшие щели, то можно на них не обращать особого внимания. При появлении же больших неплотностей части должны быть заменены новыми.

Прогарочное устройство состоит главным образом из колосниковой решетки. Таковая устраивается в зависимости от рода топлива очень различно. Выбор правильного их устройства—дело инженера. Укладка колосников должна выполняться точно по чертежам. Для приучения персонала к пользованию топочным устройством и правильному уходу за ним существуют следующие положения: на колосниковой решетке, состоящей из почти горизонтально расположенных на небольшом расстоянии друг от друга колосников в один или два, редко в большем количестве рядов с необходимыми поперечинами и колосниковыми балками, можно при достаточном внимании сжигать всякого рода твердое топливо. Особенно благоприятно является топка коксом при шахтовых топочных устройствах и каменным углем или дровами при непрерывной топке.

Косое расположенные колосниковой решетки, при котором колосники расположены под большим углом в направлении к дымоходу, лучше всего приспособлен для сжигания каменный уголь или брикет из бурого угля, каковой в нужном случае годен и для шахтовой засыпки.

Ступенчатая колосниковая решетка, состоящая из проложенных поперек отдельных пластин, по которым уголь спадает вниз, предназначена в первую очередь для бурого или для длиннопламенного мелкозернистого угля.



Фиг. 117. Колосники.

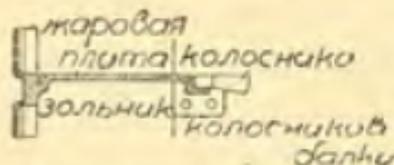
Колосники чаще всего (фиг. 117) состоят из тонких пластин, несколько расширенных в средней своей части, длиной от 50 до 120 см. На концах и в середине своей они имеют утолщения, каковые служат для установления правильного расстояния между колосниками, благодаря чему сохраняется необходимая величина отверстий между ними. Означенные щели служат для притока воздуха к топливу и в то же время являются средством для охлаждения колосников воздухом. Головки колосников располагаются на колосниковых балках таким образом, что между ними, в холодном их состоянии, оставляется в продольном направлении несколько миллиметров промежуточного пространства в то время, как в поперечном направлении они располагаются достаточно плотно друг к другу. Расположение колосников в стык вызвало бы сильные напряжения, вследствие их расширения от нагревания, и явилось бы причиной порчи решетки.

Колосниковая решетка располагается часто на значительном расстоянии от топочной дверки. Для разделения топочного пространства от зольникового, прокладывают так называемую предтопочную доску, расширенную в передней своей части и пододвинутую к топочной дверке (фиг. 118).

Колосник косой колосниковой решетки очень похож на таковой горизонтальной решетки и имеет для пре-

дохранения против скольжения вниз выступающий носик, упирающийся на круглое поперечное железо (фиг. 119).

Часто устраивают ступенчатые колосники из колосников, имеющих в обе стороны горизонтальные приливные ступеньки (фиг. 120).



Фиг. 118. Соединение колосниковой решетки с предтопочной доской.



Фиг. 119. Колосник косо расположенной решетки.

Фиг. 120. Колосник ступенчатой решетки с косо расположенными приливными ступеньками.

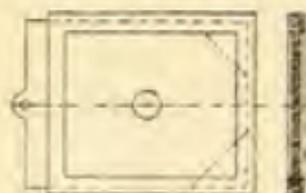
Единственное требование, которое ставят к колосникам, это то, чтобы они имели гладкую поверхность для топлива и не были бы искривленными, а свободными от всяких трещин и неровностей. Дефекты подобного характера не могут быть исправлены.

Особой формой колосников являются колосники, охлаждаемые водой. В данном случае не имеется свободных, пригнанных друг к другу частей, но имеется один общий массив, состоящий из отдельных частей, соединенных из кусков труб. Посредством особого устройства, означенная решетка соединяется с водяным пространством котла и образует, таким образом, живейшую циркуляцию воды.

**Приток воздуха.** Регулирование горения происходит посредством соответственной подачи воздуха в котел и посредством определенного количества отходящих газов. Для регулирования притока воздуха употребляли прежде тарелочные клапаны, большие круглые пластины на подобие вентиля с клапанами, прикрывающими круглые отверстия. В настоящее время почти без исключения употребляют клапаны

с шарнирами, устроенными либо с края клапана, либо на его оси. Относительно качества и ухода за этими клапанами следует сказать то же, что и о топочных и поддувальных дверках.

Количество отходящих газов регулируется в дымоходе шибером. Он состоит из крепкой чугунной пластины, могущей свободно двигаться в вертикальном направлении в специальной раме. Задвижка, сделанная из железного листа, сильно подвергается деформациям и поэтому легко застревает в раме. Рама прикрепляется к обмуровке посредством завершенных болтов. Рекомендуется устроить задвижку таким образом, чтобы она собственной тяжестью закрывала отверстие и поднималась посредством цепочки или троса, имеющего контргруз.



Фиг. 121. Чугунный шибер с отверстием, или с двумя срезанными углами.

При хорошо закрывающемся шибере, особенно при продолжающемся горении котла необходимо предусмотреть правильный отвод образующихся газов. Поэтому никогда не делают шибер вполне закрывающим дымоход, но оставляют в углах рамы отверстия, или же делают в шибере круговой вырез, или, наконец, оставляют несколько дыр в самой задвижке (фиг. 121).

Никогда дымовая задвижка не будет прилегать настолько плотно к раме, чтобы не пропускать со стороны воздух в дымоход. Поэтому рекомендуется устраивать над рамой особую крышку, в которой задвижка могла бы иметь место при полном ее открывании. Для пропуска через нее троса, необходимо предусмотреть только одно отверстие. К сожалению, этот род задвижек редко применяют в деле.

Дымовая задвижка должна всегда свободно двигаться в раме. Если движение ее будет не свободно, то необходимо найти то препятствие, которое мешает ей двигаться. Только в случае каких-либо неровностей на ней или в раме можно рекомендовать исправление.

Выпрямление же задвижки или рамы совершенно недопустимо. Что же касается целостности всего устройства, то требования остаются те же самые, что и для других частей.

К грубому оборудованию принадлежит также связка обмуровки котлов. Обмуровка должна быть непременно открыта со всех сторон, если этому обстоятельству не мешает удобный подход к соединениям трубопроводов с котлом, возможность чистки его и уход за регулировкой.

Во всяком случае он должен быть открыт с двух сторон. В этом случае, однако, имеется опасность, что обмуровка под влиянием различных температур во время растопки и охлаждения котла может скоро развалиться, если не предусмотреть специального устройства, препятствующего этому. Поэтому схватывают обмуровку угловым железом и стягивают его попарно стяжными болтами посредством гаек на газовой резьбе. Все это укрепление должно быть расположено таким образом, чтобы не мешать уходу за котлами и не дать возможность отходящим газам касаться стержней.

Связующим железом употребляют часто корытное железо, среднюю стенку которого пресверливают для стяжных болтов. Так как крепость, главным образом, зависит от полок этого железа, то величина отверстия особого значения не имеет. Неправильно просверленное железо может быть без всякого вреда просверлено вторично, чем нарушается только внешний вид устройства, но с практической стороны не имеет никакого значения.

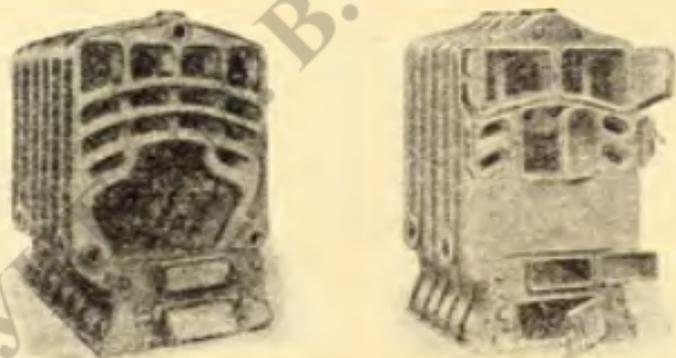
Стяжные болты подвергаются очень сильным напряжениям. Ослабление их вообще недопустимо. Поврежденные места должны быть удалены и заменены запасными. Слишком короткие стяжки не следует ни под каким видом удлинять посредствомковки. Их следует заменять новыми частями для получения правильной длины.

Чугунный котел малого размера делают величиной до трех, а в исключительных случаях и до четырех квадратных метров поверхности нагрева. Он состоит

обыкновенно из подставки, содержащий зольник с зольниковой дверкой и сверху перекрытой колосниковой



Фиг. 122. Котел малого размера.

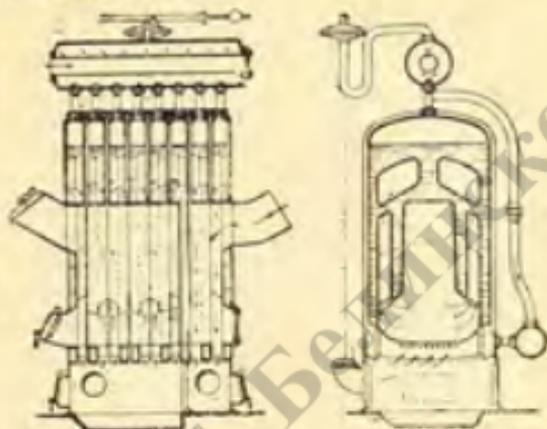


Фиг. 123. Секционный котел. Более старое устройство: чугунная подставка для золы, вложенная колосниковая решетка, верхнее горение, горизонтальные дымоходы. Соединение секций посредством шаровых чугунных ципцелей, стяжка секций сваружи.

решеткой. Далее насаживается корпус самого котла с топочной и поддувальной дверками и со всеми необходимыми отверстиями для прикрепления арматуры и

трубопровода. На верхнем конце корпуса прикрепляется штуцер для отходящих газов с дроссельклапаном или шибером (фиг. 122).

Корпус для малых котлов делается из одной неделимой части. Котлы же больших размеров состояются из полукруглых вертикальных частей, соединяемых между собой иногда со вставкой промежуточных элементов, или же состояются из отдельных секций, насаживаемых вертикально и омываемых отходящими газами до их выхода в бортов.

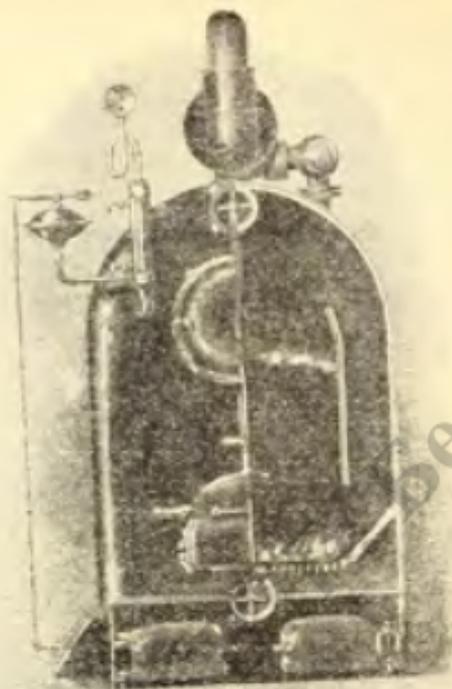
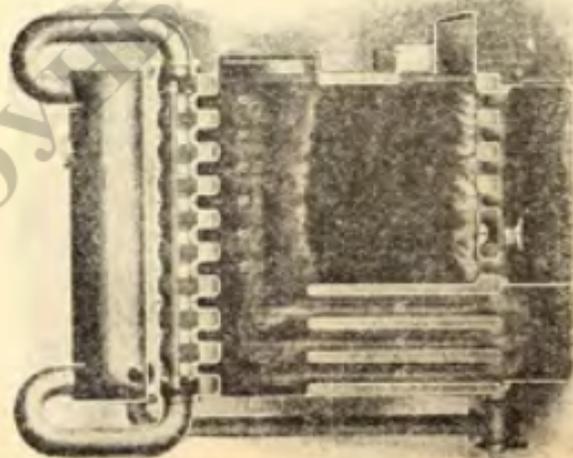


Фиг. 124. Секционный котел. Подставка: впереди зольник, а сзади дымоходы. Колосниковая решетка, омываемая водой, нижнее горение. Дымоходы в большинстве имеют вертикальное направление. В передней части шахты для наполнения котла углем, сзади только поверхность нагрева. Соединение между секциями—посредством выщелей на газовой резьбе.

Поверхности нагрева больших размеров должны быть собираемы в форме секционных котлов. Вертикально соединяемые друг с другом секции охватывают одновременно пространство для горения, шахту для наполнения котла углем и дымоходы. Часто секции образуют колосниковую решетку, а также и зольник.

Более старые устройства имеют подставку, отлитую из чугуна или сделанную из железных листов, соединенных между собой угловым или другим сортовым железом.

В зависимости от устройства секций, подставка служит местом для зольника (фиг. 123), местом для дымохода (фиг. 123 до 125) или местом для того или другого (фиг. 124—125). Безусловно необходимо требовать, чтобы внутренняя сторона котлов была вполне плотная.



Фиг. 125. Котел. Подставка чугунная в передней части зольник, задняя часть, дымоходы. Колосники, омываемые водой. Частью верхнее, частью нижнее горение. Ирежмушествово перти-кальные дымоходы. Передняя часть имеет топочную шахту, в задней части находится только поверхности нагрева. Соединение сокии посредствои чугуиных шишесей. Стяжные болты ваходятся внутри котла.

В противном случае не исключается возможность проникновения в топочное пространство вредных струй воздуха, которые с одной стороны могли бы чрезмерно усилить горение, а с другой стороны помешать правильному движению газов в дымоходе.

Особенно необходимо обращать внимание на разделение зольника от дымохода, так как с увеличением



Фиг. 126. Секционные котлы. Новейшая конструкция. Без особой подставки. Зольниковая камера и дымоходы составляют одно целое с котлом. Колосниковая решетка, омываемая водой. Верхнее горение. Вертикальные дымоходы. Сквозная шахта для угля. Соединение секций посредством чугунных шарообразных выпялений.

Фиг. 127. Секционный котел. Новейшая конструкция. Без подставки. Зольник омываемый водой, а равно и дымоходы. Колосниковая решетка тоже омывается водой, нижнее горение, вертикальные дымоходы, сквозная шахта для угля. Соединение на чугунных выпялениях.

числа секций эти места делаются почти недоступными. Все неплотности в этих местах могут оказать плохое влияние на процесс горения.

Иногда делают колосники вставные (фиг. 123), но чаще всего их делают совместно с котлами, при чем так, что внутренняя поверхность их омывается водой (фиг. 124--125).

Часто делают шахту для угля во весь котел (фиг. 123, 126 и 127).

В этом случае котел состоит из переднего элемента со всеми необходимыми устройствами для ухода за ним, целого ряда однородных элементов с колосниками, образующими колосниковую решетку, со стенками, образующими дымоходы и шахту для угля и, наконец, из заднего элемента, во всем похожего на передний элемент, но имеющего вместо отверстий одну сплошную стенку.

Иногда пользуются только одной частью котла для топочной шахты (фиг. 124 и 125). В данном случае имеется, кроме шахтовых элементов, еще элемент, разделяющий котел на две половины, затем специальные элементы для нагревания воды и, наконец, задний элемент, замыкающий котел. Средний вставной элемент имеет назначение разделить шахту котла от элементов, специально нагревающих воду. Последние являются одновременно дымоходами и замыкаются по существу однородным элементом.

Все эти элементы стягиваются особыми приспособлениями, находящимися снаружи котла (фиг. 124) или же непосредственно в соединительными частями внутри котла (фиг. 123, 125, 126, 127).

Наружные соединения производятся фланцами или другими способами, описанными подробно в отделе о трубопроводах.

Фланцевые соединения не представляют никаких затруднений в части их сборки, если фланцы достаточно хорошо обработаны. Неточные поверхности уплотнения окончательно затрудняют сборку элементов. Возникают неплотности, которые нет возможности устранить ни обработкой их на месте, ни добавочными вкладышами изолирующих колец. Вследствие повреждений, каковые могут обнаружиться на элементах и на частях, служащих для сборки, необходимо иметь запасные части на тот случай, когда появляются неплотности.

При употреблении ввинченных обрезков труб с глухой сверткой, возможно допустить некоторую последующую обработку. При дальнейшем стягивании поло-

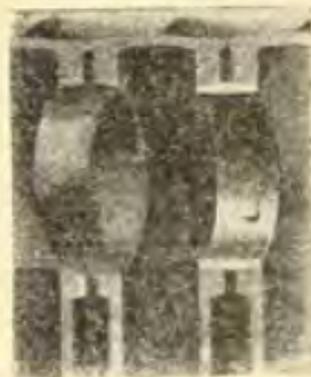
вин необходимо обезвредить концы штуцеров, имеющих различные длины. Зато косые резьбы не поддаются никакому исправлению и части с таковыми необходимо заменить полностью. Ввиду того, что соединения эти очень дороги, вследствие значительных размеров частей, то их применяют сравнительно редко.

Соединения посредством штуцеров с резьбой (фиг. 124), имеющих на одной стороне короткую коническую резьбу, а на другой длинную цилиндрическую с контргайечным уплотнением, могут быть в определенных границах обработаны дополнительно. Но так как эластичность между соединительными частями совершенно отсутствует, то обработка эта может происходить только за счет резьбы.

В конической своей части резьба штуцеров должна во всяком случае точно подходить к литью. Что же касается цилиндрических сгонов, уплотнение конх происходит с помощью прокладки между литьем и контргайкой, то в этом соединении может образоваться некоторая игра. Достаточен сдвиг на полхода резьбы, чтобы штуцер мог войти в отверстие без всякого вращения и сделать свертку совсем невозможной. Поэтому недостаточно того, чтобы резьбы вполне совпадали в направлении своих осей и по величине своих диаметров, но сама резьба должна совпадать во всех своих частях. Эти условия выполнимы лишь в том случае, если все части и соединительные штуцера нарезаются с одинаковой тщательностью и равномерностью на специальных машинах. Замена поврежденных ниппелей концами труб, обработанных на месте, не дает положительных результатов и поэтому необходимо иметь определенный запас готовых заводских ниппелей.

Для того, чтобы облегчить по возможности сборку котла, необходимо в первую очередь крепко подтянуть ниппеля на коническую резьбу и тогда только привернуть на прокладке контргайку. Только после того, когда ниппеля крепко накруты на коническую часть, можно накладывать на сгон прокладку и окончательно закреплять сторону.

Внутри находящиеся соединения выполняются тройным способом: во-первых, посредством ниппелей на резьбе, во-вторых, развальцовкой таких и, наконец, простым вкладыванием ниппелей и сжатием их стяжными болтами. При ниппелях с резьбой, имеющих всегда правую и левую резьбу, уплотняющими поверхностями являются обработанные поверхности самих секций, при чем ниппели служат только для того, чтобы прижать их плотно друг к другу (фиг. 128).



Фиг. 128.

Это соединение очень надежное, так как уплотняющие поверхности легко доступны испытанию и в нужном случае могут быть исправлены прокладками. Однако, соединение это не эластично и под влиянием неравномерного нагрева, в зависимости от неравномерного расширения отдельных секций, оно может быть причиной опасных напряжений и даже поломок.

Навальцованные ниппеля, которые по своему способу обработки, пожалуй, удобнее, чем таковые на резьбе, деформируются под влиянием расширения секций и потому от времени делаются неплотными. Их последующая обработка представляет иногда большие затруднения. Также неблагоприятно влияет на них неравномерное расширение разнородных материалов, в зависимости от температурных изменений, являющееся причиной порчи и последующих работ по исправлению соединений.

Самыми распространенными ниппелями являются гладкие ниппеля, вставляемые в отверстия соединений и сжимаемые посредством стяжных болтов. Их вытаскивают с выпуклой поверхностью и вдавливают в конусообразное отверстие. Особыми стяжными болтами, проложенными в отверстия и концами своими упирающимися на крепкие хомуты, или расположенными

вблизи соединений с крепкими гайками и шайбами, секции прижимаются к ниппелям и образуют таким образом чисто металлическое уплотнение (фиг. 123 и 125). Ниппель и секция вырабатываются из однородного материала так, что расширение под влиянием тепла для них остается одинаковым. Ниппеля имеют некоторую свободу движения в уплотняющих поверхностях, дающих возможность незначительно деформироваться при неравномерном расширении секции. Даже незначительные неточности в обработке, которые, однако, не должны превышать нескольких долей миллиметра, не могут повредить особенно делу.

Разумеется, что все те части, которые должны воспринять все возникающие напряжения, должны быть выполнены особенно прочно. Это бывает причиной возникновения напряжений в литье, если при отливке частей не предусматривается правильная их конструкция.

Все неточности в обработке ниппелей делают их непригодными, так как исправление их невозможно.

В зависимости от движения газов, различают котлы с верхним и нижним горением. При верхнем горении (фиг. 123) сжигание топлива происходит полностью, при чем огонь проходит весь слой топлива снизу доверху. При нижнем горении (фиг. 124 по 127) происходит сжигание топлива только в нижней его части, при чем верхняя часть остается сравнительно мало нагретой. В данном случае пламя отходит из нижних слоев горения непосредственно в сторону.

У котлов верхнего горения все внутренние стенки подвергаются влиянию пламени, непосредственно соприкасаящегося с ними. Вследствие этого, поверхность нагрева его становится очень производительной. Такого рода котлы могут быть сильно форсированы и эффект действия их лучше всего при максимальной нагрузке. При незначительной производительности и небольшом нагревании содержимого, возникают неуровни в процессе горения. Горение происходит неполностью и происходят большие потери в отходящих газах. По-

этому малая нагрузка означенных котлов для них невыгодна.

При нижнем горении такого рода нарушение процесса горения не происходит. При этом устройстве допустимо значительное снижение производительности котла без особых тепловых потерь. Но зато отсутствует большая теплопередача на стенки котла, вследствие чего повышение производительности поставлено в узкие рамки.

Необходимо иметь в виду, что нагревание большого количества газообразующего топлива, как-то: каменного угля, бурового угля, а равно и торфа, не допустимо. Таким образом следует всегда избегать, чтобы горячие газы проходили через верхние слои означенного топлива. Поэтому для этих сортов угля конструкцию котлов делают всегда с нижним горением. Если же приходится сжигать газообразующий уголь в котлах верхнего горения, то необходимо для правильного ухода за ними подбрасывать на колосниковую решетку уголь небольшими слоями, при чем в короткие промежутки времени.

По роду дальнейшего движения газов, различают котлы с вертикальными (фиг. 124, 126 и 127) и с горизонтальными (фиг. 123) дымоходами. Чистку вертикальных дымоходов производят всегда сверху, чистку же горизонтальных — с лицевой стороны котла. При верхней чистке проламывают стенки и поднимают съемные крышки. Чистка же горизонтальных дымоходов производится через особые дверки с задвижками.

Для уменьшения излучаемой теплоты, поверхность котлов покрывают изоляционной массой. Для предохранения последней от механических воздействий, котлы снабжаются особым железным покровом. Часто к этому покрову прикрепляют наглухо изоляционную массу.

**Изготовление.** В виду применения очень неудобных и трудных форм отливки частей котлов, изготовление таковых принадлежит к труднейшим отраслям промышленности. В случае порчи, каждая часть

должна заменяться новой запасной. При этом она должна точно подходить к остальным частям без малейшего отступления в размерах. Вследствие этого, необходимо применять, прежде всего, лучшие модели при литье, затем обратить внимание на ряд еще других качеств, как-то: свойство железа, равномерное литье, точную обработку частей специальными машинами и инструментами. Наконец, изготовленные части должны быть подвергнуты тщательному испытанию, на основании которого, при малейших дефектах, части должны быть забракованы.

Для изготовления форм применяют исключительно металлические модели, самой тщательной обработки. Они изнашиваются значительно меньше, чем деревянные.

Формовочная земля для наружных ящиков имеет состав такой же, как и для машинного литья. Формы на некоторых фабриках выполняются посредством формовочных машин, а на других фабриках—ручным способом. Оба рода изготовлений имеют свои преимущества и недостатки.

Большие требования ставят сердечникам. Форма котла не допускает, чтобы ее поддерживали посредством обыкновенных подпорок. Как правило, употребляют небольшие металлические части, служащие подпорками. При отливке чугуна они немедленно расплавляются и совершенно растворяются в жидком чугуне. Поэтому сердечник должен иметь особую твердость и упругость. Увеличение твердости его посредством железных вкладышей недопустимо, так как последние трудно извлекаются из отлитой части. Наконец, после литья сердечник должен распасться в мелкий порошок, извлекаемый из литья легкими поверхностными ударами.

Это затруднение разрешили таким образом, что к формовочной земле стали прибавлять особую растительную жидкость. Формовка сердечника происходит так же, как формовка каждого другого вкладыша. После этого происходит сушка или прокалка сердечника,

при которой изменяется его состав. Образуется крепкая масса, которая сопротивляется даже сильным ударам. При охлаждении железа в опоке, оно деформируется и стягивается. При этом оно оказывает при высокой температуре большое давление на сердечник, каковой разваливается и высыпается при малейшем сопряжении литья. Если во время литья отвалится от опоки или сердечника частица земли, то в литье образуется отверстие, замечаемое на-глаз или же узнаваемое при опрессовании частей. Случалось часто, что не весь сердечник выходил наружу. Такого рода неисправность может быть легко пропущена, так как осмотр внутренней части литья немислим. Последствия этого обнаруживаются только при пуске системы в ход. Замечается слабая циркуляция воды, образуется сильный шум и стенки нагреваются до калення.

Сдвиг между собой частей в опоке, во время литья, в настоящее время, совершенно исключается. При наличии такого явления, могут произойти в материалах самые опасные напряжения. Чугун, применяемый для отливки, должен иметь целый ряд хороших качеств. Он должен быть, в первую очередь, тонкоплавким для того, чтобы получить тонкостенное литье и не сделать его слишком тяжелым. Далее, литье должно быть очень эластичным, чтобы при неравномерном нагревании не лопнуть и выдержать неизбежное напряжение в материале. Оно должно быть мягким для того, чтобы легко поддаваться обработке молотком при чеканке, наконец, оно должно быть таковым, чтобы дать возможность обрабатывать его на станках.

Готовое литье очищают от земли и обрабатывают на специальных машинах. Часто просверливают все необходимые дыры за один раз, при чем тут же снабжают их резьбой, если они в таковой нуждаются. Изношенность инструментов и станков меняет расположение и величину отверстий. Во избежание такого рода ошибок, необходимо каждую обработанную часть

проверить особыми измерителями и нормальными. Те части, которые обнаруживают малейшие отступления, должны быть забракованы и заново переплавлены. Исправление частей сопряжено с большими затруднениями и поэтому от него необходимо отказаться.

Следует обратить внимание на то, что во время действия котла могут обнаружиться такие напряжения, которые в состоянии изменить первоначальные правильные размеры. При разборке таких секций могут произойти такие изменения форм, которые затруднят правильную сборку или сделают таковую совершенно невозможной. Приложение особых усилий для придания части первоначальной формы не рекомендуется, так как при этом она может легко сломаться.

Готовую часть подвергают опрессованию. Поры в литье легко зачеканивают, при чем пользуются способом, описанным выше. Вставка заклепок или шпилек совершенно недопустима. Если работа по исправлению не дает определенных результатов, то части следует браковать.

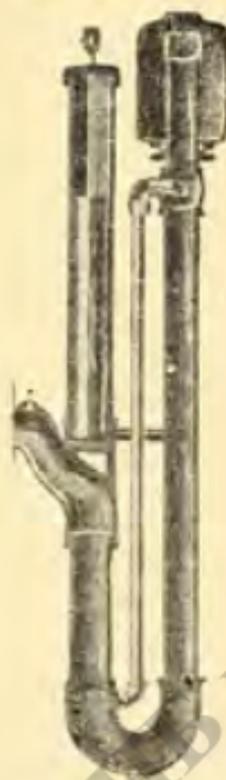
Котлы, которые собираются из нескольких элементов, следует еще раз опрессовать и устранить возможные течи.

Паровые котлы низкого давления снабжаются предохранительным стояком. Только с устройством означенного стояка, котел приобретает качество парового котла низкого давления в том смысле, как это понимается узаконениями. Такой котел может быть установлен под жилым зданием и быть эксплуатируемым без особого разрешения и постоянного надзора.

Особых указаний в смысле устройства предохранительного стояка не имеется. Во всяком случае идея такова, что котел должен быть открытым, т. е. что запором служит не вентиль, а вода, находящаяся в предохранительном стояке. Диаметр означенного стояка делают не более 80 мм, а высота его не превосходит 5 м.

Самым простым устройством является соединение части котла, наполненной водой, с открытой трубой

направленной вверх. Если давление котла превзойдет давление воды, находящейся в стояке, то вода совершенно выбрасывается из котла и последний подвергается опасному накалу. Поэтому от такого рода исполнения совсем отказались.



Фиг. 129. Предохранительная труба, соединенная с регулятором-поплавком. Сифон имеет предохранительную продувную трубу и уловитель. Вода возвращается обратно по стояку через специальные отверстия у дна уловителя.

Взамен этого устройства стали употреблять трубу с двумя отводами с присоединением ее к паровому пространству. При этом вода выбрасывается только из сифона в то время, как вода в котле остается нетронутой. Однако, это устройство имеет два недостатка: особенно для получения высокого давления необходимо опускать сифон на значительную глубину, что иногда из-за местных условий не всегда удобно, а затем надо наподнять сифон тем количеством воды, которое в момент своего действия выброшено наружу.

Для избежания большой потери воды прибегают к двум следующим приспособлениям: к устройству на конце трубы сосуда для улавливания воды и соединению верхнего и нижнего конца сифона особой выдувной трубкой.

Сосуд, прикрепленный к верхней части стояка, в состоянии принять всю воду, которая выбрасывается сифоном. Соответственным расположением труб можно легко достигнуть того, что выбрасываться наружу будет только пар, в то время, как вода возвратится в сифон (фиг. 129).

Предохранительная выдувная труба соединяет нижнюю часть сифона с верхней. Как только пар выда-

вит воду до места присоединения выдувной трубы, то немедленно пар получает свободный выход и направляется по трубе в верхнюю часть сифона. Даже при малом диаметре означенной трубки получается очень хороший результат, при чем фактическое действие сифона этим прекращается.

Все эти описанные части выполняются разными способами и имеют различные размеры. Многие фирмы заготавливают предохранительные стойки независимо от всей системы и доставляют их уже в собранном виде на стройку. Все соединительные части, которые монтер делает из труб, должны быть точно изображены на чертежах. Все изменения, которые он допускает на стройке, должны быть немедленно сообщены производителю работ.

**Котельная и установка котлов.** До установки котла следует сверить чертежи с помещением под котельную. Это особенно касается углубления котельной. Малейшее, хотя бы и незначительное, несоответствие планов с действительностью необходимо сообщить производителю работ, обязанность которого проверить, будут ли эти изменения иметь влияния на действие системы и не окажут ли они вредного влияния.

Особенное внимание следует обратить монтеру на правильное исполнение и состояние борова и дымохода. Слишком узкий и неудовлетворительно выполненный дымоход часто является причиной неудачного действия системы в ее целом, выполненной в общем безукоризненно. При сомнении, что в дымоход проникает воздух извне, следует сделать испытание. Для этого в нижней части дымохода поджигают сырую солому и получают таким образом сильное выделение дыма. Затем наружное отверстие дымохода плотно прикрывают железным листом. В результате обнаруживаются все щели и неплотности, через которые будет проникать дым. Если технический надзор не примет соответствующих решительных мер, для устранения этого дефекта, то следует снять

с себя ответственность за правильное действие котлов.

После этого необходимо заложить, руководствуясь чертежами, фундаменты под котлы или проверить правильность их исполнения. Котлы с обмуровкой покоятся обыкновенно на небольшом кирпичном фундаменте. Свободно стоящие котлы, как правило, устанавливают на совершенно ровных поверхностях, выступающих в зависимости от места расположения, немного над полом котельной. Высота фундамента должна быть точно выполнена по чертежам.



Фиг. 130.

Транспорт отдельных секций чугунных котлов сравнительно прост и может быть, вследствие небольшого их веса, легко производиться рабочими без особых приспособлений. Значительно труднее является транспорт собранных чугунных котлов, а равно и железных котлов, представляющих значительно большие тяжести. На использование



Фиг. 131.

кранов с машинным приводом рассчитывать совершенно нельзя. Приспособлениями, кроме балок для устройства ровных спусков, могут быть в данном случае только катки из кругляков или труб, крепкие канаты с лебедками и домкратами (фиг. 130), (фиг. 131).

Для передвижения тяжелых котлов на горизонтальной, или с некоторым уклоном, поверхности, целесообразно применять катки. Для подкладки их под котел пользуются домкратом. При этом необходимо обратить внимание на то, чтобы острые края домкрата не касались чувствительных частей котла, в особенности обработанных поверхностей его.

При особо тяжелых котлах необходимо устраивать специальные подкладки (салазки) под котлы, на которые следует установить весь корпус котла. Передвижение котла происходит тогда тоже с помощью катков, которые подкла-

двываются под салазки. Это делается для того, чтобы избежать непосредственного прикосновения поверхности котла с катками и предохранить штуцера и фланцы котла от ударов.  
(Прим. Редакции).

В зависимости от места, употребляют при более сильных наклонах лебедки, с помощью которых и подтаскивают груз. При этом необходимо подкладывать все время под котел куски дерева для того, чтобы не дать ему возможности от собственной тяжести покачаться вниз. Для правильного спуска котла употребляют несколько лебедок, отпускаемых по мере надобности и, таким образом, регулируется спокойное движение котла вниз. Слишком быстрый спуск котла бывает иногда причиной сильных его повреждений, а иногда и несчастных случаев.

Сборка чугунных котлов, состоящих из отдельных секций, производится на месте установки их. Для этого устанавливают на подставку задний элемент и затем постепенно присоединяют к нему один элемент за другим. У котлов с наружными соединениями устанавливают все секции и сжимают их стяжными болтами.

Ниппеля с газовой резьбой, служащие для соединения секций, устроены с внутренней стороны таким образом, что могут быть при помощи четырехугольного ключа захвачены и повернуты в какую угодно сторону. При сборке ввертывают в секцию все ниппеля, но не на много, всего лишь на четверть оборота. После этого накладывают заранее заготовленную прокладку и затем насаживают переднюю секцию. После этого ввертывают равномерно все ниппеля, достигая этим параллельный сдвиг секции и плотное ее прижатие к другой секции. Последний поворот при стягивании должен происходить с определенной, но не слишком большой силой. Описать величину этого усилия нельзя, так как оно приобретает только навыком.

При употреблении гладких ниппелей, секции тоже прикрепляются одна за другой. Сварка же всех сек-

ций сразу не производится. Для производства означенных работ, котельные заводы предоставляют необходимый для сборки инструментарий. Он состоит, главным образом, из нескольких стяжных болтов с крепкими гайками и такими же шайбами, которые в состоянии прикрыть отверстия для ниппелей. Вышеозначенный инструментарий дополняется несколькими деревянными блоками. Означенные блоки имеют толщину секций и могут быть насажены на стяжные болты.



Фиг. 132. Сборка большого секционного котла.

Ниппеля ввинчивают в секции, предварительно смазав их суриком. После скрепления двух секций отвинчивают гайку и снимают деревянный блок со стяжного болта и насаживают следующую секцию. Это продолжают до тех пор, пока не соберут весь котел.

После этого просовывают стяжной болт и стягивают весь котел (фиг. 132).

После окончания означенной работы прикрывают все отверстия фланцами или крышками и наполняют котел водой. Затем подвергают котел гидравлическому давлению и осматривают его не дает ли он где течи.

В случае, если обнаружится какая-либо неплотность, то ее возможно устранить подтягиванием болтов. Употребление же больших усилий недопустимо, так как если течь не устраняется легким подтягиванием, то имеется какое-либо повреждение котла, которое можно только устранить заменой испорченной части новой. Попытки какого-либо исправления дефектов в литье никоим образом не допускаются.

Собранный и окончательно установленный котел соединяется с трубопроводом. После этого выполняются все печные работы, как-то: устройство дымохода, для железных котлов,—выкладка обмуровки.

Затем снабжают котлы всей тяжелой арматурой. Что же касается легкой медной арматуры, то таковую устанавливают только перед пуском системы в ход, а до этого времени сохраняют ее в надежном месте.

**Нагревательные приборы.** Полученная в котле теплота распределяется трубопроводом и передается помещениям посредством нагревательных приборов. Количество передаваемой теплоты зависит от температуры приборов и помещения, а также от рода и величины поверхности этих приборов. Необходимо, следовательно, чтобы поверхность нагревательных приборов удовлетворяла бы потребности помещения в тепле.

Выбор соответствующего типа приборов и определение размера лежит на обязанности проектирующего инженера. Если монтер, путем наблюдения, установит недостаточность нагревания, он должен сообщить одновременно с величиной, также температурные условия помещения, а равно и его местные условия.

Первоначальная форма нагревательных приборов, которую сейчас можно встретить лишь изредка в очень устарелых установках, представляет из себя цилиндрическую печь. Цилиндр, боковая поверхность и основания которого образуют поверхность нагрева, установлен на цоколе, но большей части с украшением; дальнейшим украшением служит обод, выполняемый различно, в зависимости от вкуса конструктора. Внизу и наверху имеются солидные штуцера, через которые подводится и отводится, чаще всего, горячая вода.

Изготавливаются эти приборы таким же образом, как и клепаные котлы в обращении с ними на стройке такое же. Продольные и поперечные швы клепаные, штуцера также приклепаны. Эти последние, иногда, изготавливаются чугунными и снабжаются весьма солидными чугунными фланцами для присоединения трубопровода.

По образцу котлов, где вставляются жаровые и дымогарные трубы, эти приборы также стали вскоре снабжаться, в начале широкой трубой, а затем вместо

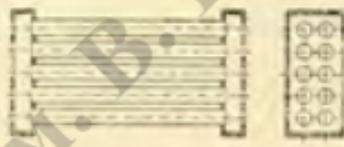
этой последней, большим числом кипяtilьных труб, внутренняя поверхность которых должна была служить добавочной поверхностью нагрева (Фиг. 133).

Недостатком этого прибора, помимо значительного занимаемого им места, является также большой внутренний объем; этот последний, при применявшемся в то время почти исключительно водяном отоплении, представлял из себя слишком большую теплоемкость, чтобы быстро удовлетворять колебаниям в потребностях в тепле. Можно было часто наблюдать, что помещения, снабженные такими приборами, оказывались слишком нагретыми, даже много времени спустя после прекращения топки.

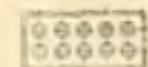
Результатом этого явилось то, что стали приме-



Фиг. 133.  
Цилиндрическая печь с вставленными трубами.



Фиг. 134. Трубчатый регистр с чугунными сборными коробками.



Фиг. 135.  
Двойной трубчатый регистр.

нять малые цилиндры в форме обыкновенных труб, соединяя таковые в виде пучка при помощи сборных коробок (Фиг. 134).

Таким образом появились трубчатые регистры. Трубы развальцовываются в хорошо обработанные отверстия сборных коробок, а отверстие, через которое вводится вальцовка, закрывается ввертыванием пробки. Подводящая и отводящая труба присоединяется к специальным отверстиям коробок.

Точно так же, как в цилиндрической печи, впоследствии и в трубы стали вставляться еще более узкие

трубки и, таким образом, появился двойной трубчатый регистр (фиг. 135), который у отдельных лиц пользовался большой популярностью вплоть до второго десятилетия текущего века, даже для новых установок.

Трубчатые регистры устанавливаются обыкновенно на солидном кронштейне и украшаются сверху надставкой.

У простого трубчатого регистра с чугунными сборными коробками, в случае неплотностей в местах завальцовки, таковые могут быть устранены дополнительной развальцовкой после снятия пробки; у двойных трубчатых регистров такой ремонт для внутренних трубок возможен в любое время, между тем как для внешних трубок это возможно лишь после вырубания внутренней трубки.

Небольшие повреждения в чугунных коробках устраняются легкой чеканкой. Рассверливание и вставление пробок не рекомендуется.

С распространением автогенной сварки регистры стали изготовляться также с распределительной трубой вместо сборной коробки. По большей части, при этом, применяются более узкие трубы, которые, благодаря выгибанию, могут следовать за различной формой стен и могут быть, например, уложены в горизонтальном положении под окнами в выступах зданий. В подобных случаях рекомендуется к распределительной трубе приваривать лишь короткие патрубки, которые соединяются с отопительными трубами соединительными гайками или муфтами с правой и левой резьбой (фиг. 136).

Другой вид трубчатых нагревательных приборов — это змеевики. В то время, как у регистров трубы соединены параллельно, у змеевиков отдельные витки соединены последовательно. Благодаря этому, получается очень длинный путь для пара или воды, а следовательно и весьма значительное сопротивление дви-



Фиг. 136. Горизонтальный трубчатый регистр со сваренными сборными трубами.

жению таковых. Отдельные витки имеют различный уклон, что придает, особенно длинным змеевикам, красивый вид.

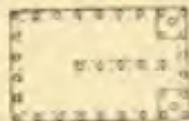
Изготовление регистров не представляет из себя ничего особенного. Отдельные трубы тщательно выпрямляются; соединение их производится сваркой или другим каким-либо способом для соединения труб, колена обыкновенно изготовляются из фасонных частей.



Фиг. 137.  
Кронштейн  
для труб  
на общей  
плите.

Для поддержки горизонтальных регистров и змеевиков употребляются почти исключительно кронштейны, которые в случае необходимости укрепляются на общей плите, а эта при помощи анкерных болтов укрепляется на стене (фиг. 137).

Необходимо еще упомянуть про плоские нагревательные приборы. Они состоят из двух одинакового размера, зависимости от местных условий, металлических листов; эти последние удерживаются на одина-



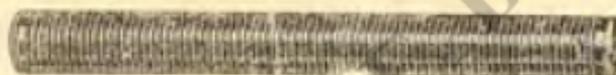
Фиг. 138.  
Плоский на-  
греватель-  
ный прибор.

ковом расстоянии друг от друга, расположенным по краям, полосовым железом; иногда и внутри прокладываются направляющие планки (фиг. 138). Все вместе скрепляется заклепками с утопленной головкой и уплотняется. Находящиеся на одной стороне отверстия для присоединения труб обыкновенно высверливаются на приклепываемых специальных фланцах. Изготовление и обращение то же, что и для железных котлов.

Делались также попытки изготовлять плоские нагревательные приборы помощью сварки, однако при известных размерах вследствие неравномерного нагревания, они получаются хуже чем клепаные. Конкуренция чугунных приборов также воспрепятствовала их дальнейшему распространению.

Для фабричных зданий и таких помещений, в которых приборы должны быть прикрыты, применяют часто чугунные ребристые приборы. Они занимают мало места, имеют большую поверхность нагрева и отличаются большой производительностью, несмотря на небольшую теплопередачу с единицы поверхности нагрева.

Ребристые трубы изготавливаются исключительно в виде прямых труб диаметром 70—100 мм в свету, длиной до 2 м с отлитыми заодно фланцами и ребрами диаметром от 160 до 220 мм. Для жесткости иногда отливают в двух местах по окружности продольные ребра (фиг. 139). При монтаже следует обращать внимание на то, чтобы продольные ребра всегда были



Фиг. 139. Ребристая труба.

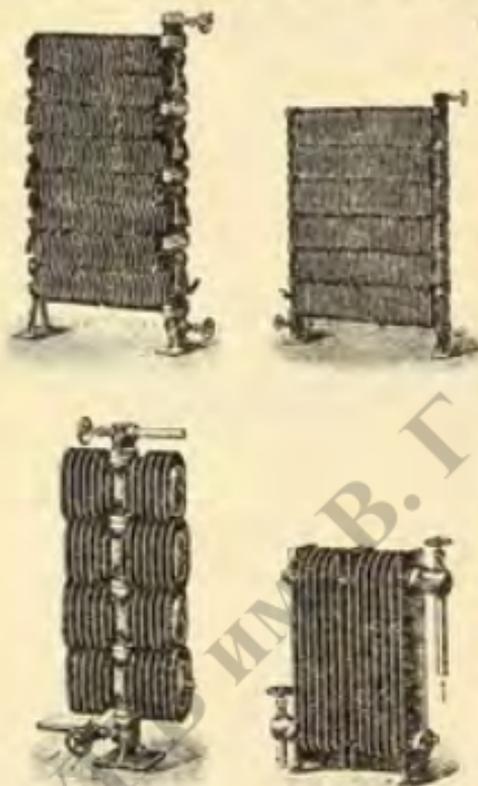
внизу и сверху, но ни в коем случае не сбоку. Соединение отдельных труб производится болтами с прокладкой между поверхностями фланцев уплотнительных колец. На концах имеются фланцы с нарезкой и отверстием, необходимым для присоединения труб, которые в зависимости от потребности может быть расположено центрично или эксцентрично. Для соединения нескольких рядов служат специальные чугунные двойные колена; простыми коленами можно соединить две трубы, расположенные под прямым углом друг к другу.

Для поддержки служат кронштейны, ролики или хомуты, которые обхватывают трубу.

Небольшие повреждения трубы не имеют значения; большие же, как трещины в трубе или фланцах, делают трубу при всех обстоятельствах негодной.

Другая форма поверхности ребер, кроме плоской, как: угловатая, волнистая, не привилась и теперь оставлена.

Для небольших нагревательных приборов значительно удобнее ребристые элементы. Эти последние имеют диаметр в свету около 40 мм и изготовляются в виде прямых, угловых и „эс-элементов“ (фиг. 140).



Фиг. 140. Нагревательные приборы из ребристых элементов (эс-элементы, И-элементы, крестообразные элементы и ребристые коробки).

Работы свинчиванием отдельных элементов с прокладыванием уплотнительных колец. Поддержка достигается специальными подставками или кронштейнами. В верхней части приборы необходимо обеспечить от опрокидывания; для этого можно применить специальные хомуты или анкерные болты, заделанные в стену

По обоим концам они снабжены овальными фланцами для соединения помощью двух болтов и кроме того приливами, обеспечивающими правильное расстояние между двумя рядами в том случае, где это не достигается фланцевым соединением.

Различные фабрики отличаются, главным образом, длиной и способом поддержки. По большей части строительная высота, т.е. вертикальное расстояние между уплотнительными поверхностями, у эс-элементов настолько незначительно, что ребра одного ряда входят в ребра другого.

Отопительные приборы обычно собираются на месте работы

и соединенные полосовым железом с болтами соединительных фланцев.

Более старые формы ребристых элементов, как, например, с овальными ребрами, соединительными фланцами сверху и внизу или с серединными фланцами, имеющие внутри перегородку не доходящую до концов, в настоящее время не изготавливаются и представляют лишь исторический интерес. Точно так же не имеют в настоящее время практического значения ребристые ящики, прямоугольные плоские нагревательные приборы с прилитыми ребрами, идущими сверху вниз, и соединительными фланцами со всех четырех сторон.

С другой стороны, следует упомянуть о вертикальных элементах с наклонными ребрами, которые благодаря своеобразному направлению между ребрами приводят в движение большое количество воздуха, однако, лишь умеренно его нагревая.

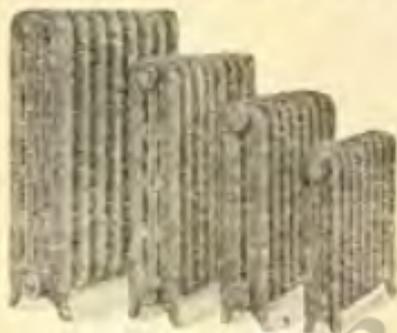
Вследствие разнообразия изготавливаемых форм, необходимо при заказе ребристых нагревательных приборов приложить эскиз со всеми размерами, если нельзя другим путем совершенно точно указать источник получения.

Исправление погравдавших частей практически невыполнимо.

За последние годы стали изготавливать также железные ребристые трубы. Для этой цели на железную трубу насаживаются железные ребра и укрепляются на ней различными способами. Один из видов этих труб представляет из себя полосу железа, спирально обхватывающую трубу, вследствие чего получается спиралевидная поверхность нагрева. Преимущество этого вида приборов заключается в возможности отрезать части или приваривать их, или же путем выгибания труб лучше приспособлять элементы отопления к форме стен. У труб со спиральными ребрами, спираль по большей части прикреплена к трубе лишь по концам, а по остальной длине лежит свободно. Если такую трубу разрезать, не приняв необходимых

мер предосторожности, то спиральное ребро отстанет от трубы и не может уже быть плотно прижато к ней. Поэтому прежде чем производить разрез такой трубы, предварительно необходимо ребро по обоим концам разреза тщательно припаять.

Наибольшее распространение получили радиаторы. Они представляют из себя чугунные гладкие нагревательные приборы, составленные из ряда одинаковых элементов, из которых каждый в отдельности состоит



Фиг. 141. Группа из 1—4 колонных радиаторов „Националь“.

из параллельных вертикальных пустотелых колонок с общей верхней и нижней частью. В зависимости от числа каналов в отдельной стойке различают от одного шестиколонные радиаторы (фиг. 141).

Изготовление этих нагревательных приборов совершенно такое же, как и чугунных котлов. Способы изготовления и испытания совершенно аналогичны.

Соединение отдельных секций производится ниппелями с правой и левой резьбой. Поверхностью уплотнения служит лишь тщательно обработанная торцевая поверхность секций, но ни в коем случае не резьба. Если радиаторы подвергаются высокому давлению и температуре, то между уплотняющими поверхностями прокладываются специальные тонкие прокладки из первоклассного материала.

В то время, как раньше каждая литейная, занимавшая отливкой радиаторов, изготовляла свои собственные модели, в настоящее время все наиболее крупные предприятия в Германии установили общую нормированную модель под названием „Германия“ (Deutschland). Размеры для всех величин нормированы.

К сожалению, надзор в производстве проведен не на столько тщательно, чтобы можно было без труда

соединить секции с различных заводов. Часто обнаруживается разница в расстояниях между муфтами, была установлена разница до 2 мм, исключая возможность плотного соединения. Поэтому если требуется произвести расширение отопительной установки с радиаторами неизвестного происхождения, то следует всячески избегать присоединения новых секций к старым. Увеличение поверхности нагрева следует производить только имеющимися секциями, а новые секции применять для новых нагревательных приборов.

Все сказанное выше относительно способа обращения с чугунными котлами на месте установки относится и к радиаторам.

Радиаторы изготавливаются также и из железа. Отдельные части штампуются из железных листов и соединяются в секции автогенной и электрической сваркой. Отдельные секции соединяются в радиаторную печь сваркой, шпильками или стяжными болтами.

Сварочные швы придают радиаторам некрасивый вид и поэтому опиливаются.

Неплотности у такого рода приборов могут получиться только в местах сварки. Последующей сварки следует всячески избегать, так как устранение одной неплотности с большой вероятностью вызовет появление другой.

Совсем тонкие листы, применявшиеся вначале для уменьшения веса не оказали достаточного сопротивления давлениям, встречающимся при водяном отоплении. При паровом отоплении они приходят в колебательное движение и начинают гудеть. Поэтому толщину стенок следует делать не менее 2,5—3 мм. В таком случае, экономия в весе по сравнению с чугунными радиаторами, имеющими стенки толщиной в 4—5 мм, получается незначительная.

Следует еще упомянуть о керамических приборах. Материал этот совершенно не допускает обработки его монтером по отоплению. Даже работы по присо-

единению следует производить с особой осторожностью.

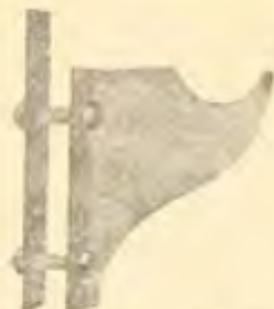
Резьба у радиаторов изготовляется обычно таким образом, что каждая из секций с одной стороны вверху и внизу имеет правую, а с другой стороны левую резьбу. Для присоединения трубопровода в отверстия вставляются пробки с резьбой а остающиеся свободными отверстия заглушаются глухими пробками. Верхняя пробка для присоединения снабжается обязательно правой резьбой.

Радиаторы обыкновенно устанавливаются на кронштейнах и должны поэтому наверху иметь еще одну или две поддержки. В старых же зданиях предпочитают также установку на ножках, которые отливаются заодно с конечными секциями, а иногда и со средними.

Кронштейны радиаторов должны выдерживать значительно большую нагрузку, нежели таковые для трубопроводов; на их конструкцию следует поэтому обратить особое внимание. Раньше они часто выполнялись чугунными по специальным моделям, в настоящее же время они по большей части отковываются в прессах из фасонного железа. Наиболее часто встречается форма из таврового железа, которая на одном конце имеет вогнутую часть для обхвата радиатора, а на другом конце расщеплена и разогнута для замуровывания в стену. В виду того, что максимальное давление на единицу поверхности между кронштейном и каменной кладкой бывает у наружной поверхности стены, т.е. у штукатурки, где стена оказывает наименьшее сопротивление, следует в этом месте предусмотреть возможно большую поверхность опоры. Стенка таврового железа должна приходиться с верхней стороны, а при изготовлении кронштейна из полосового железа в месте опоры около поверхности стены следует укрепить или свободно положить подкладку. Укрепление к тонким стенам требует особой осмотрительности (фиг. 142).

Поддержки часто выполняются по образцу ухваток. Значительного упрощения без вредных последствий

можно достигнуть следующим образом, для двух или многоколонных радиаторов: в стену заделывается полосовое железо; в промежутке между двумя колоннами перед стеной просверливается отверстие с резьбой и при помощи винта с головкой и солидной шайбы секция радиатора прикрепляется к железу.



Фиг. 142. Кронштейн для радиаторов, применяемых для стен.

Анкерные болты следует применять лишь при стенах толщиной не менее 25 см. При более тонких стенах следует применять укрепления обхватывающие площадь стены в соответствии с нагрузкой.



Фиг. 143. Поддержка для многоколонных радиаторов.

Если под один радиатор устанавливаются два или более кронштейнов, следует обращать особое внимание на то, чтобы кронштейны плотно прилегали к корпусу радиаторов. Заделку в стену следует производить таким образом: сперва окончательно закрепляют два кронштейна и подложенными кирпичами дают им солидную поддержку также и у передних концов; затем накладывают радиатор на оба кронштейна, заделывают остальные поддержки и, прокладывая подставки, прижимают их плотно к радиатору, пока цемент окончательно не затвердеет.

Затруднительность этой работы говорит против применения кронштейнов вместо поддержек, хотя при таком устройстве значительно облегчается снятие радиаторов.

Соединение нагревательных приборов с трубопроводом должно быть произведено таким образом, чтобы возможно было легко отъединить и снять прибор. Это требуется потому, что по окончании монтажа стены

подвергаются окончательной отделке — штукатурке, окраске, оклеиванию обоями и проч., а нагревательные приборы препятствуют этой работе. Соединительный трубопровод должен быть поэтому снабжен вблизи прибора разъемным соединением, лучше всего посредством соединительных гаек, хуже — муфт с правой и левой резьбой или посредством длинных резьб (сгонов). Лучше всего расположить их непосредственно у прибора так, чтобы прибор можно было снять, не трогая труб.

Соединительный трубопровод должен хорошо пружинить, особенно у верхних приборов, так как эти ответвления должны воспринимать наибольшую часть сдвига, вызываемого расширением стояков.

**Арматура.** Арматура служит для пуска в ход отопительной установки, регулировки и наблюдения за ее работой. Сообразно различному назначению, она может быть подразделена на следующие группы:

1. Запорные приспособления для включения и выключения путей, по которому движется вода или пар, а также для установки свободного сечения, в целях регулирования подвода тепла.

2. Приспособления для отделения твердых, жидких и газообразных частей смеси, как то: воздухо- и водоотделители и т. п.

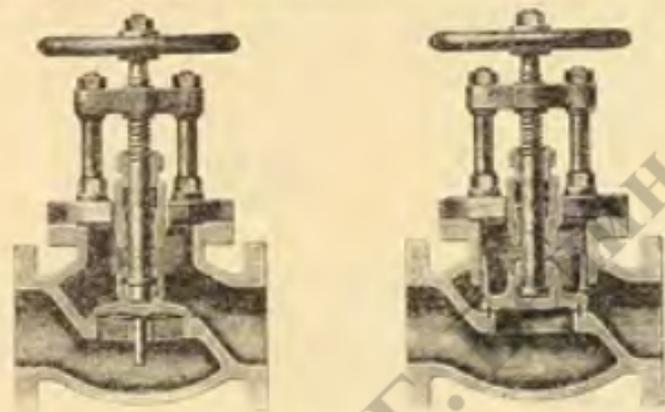
3. Приспособления для отвода отдельных частей, как: конденсационные горшки, воздухоотводчики и т. п.

4. Приспособления для регулирования давления, как: предохранительные и редуцирующие клапаны, регуляторы для мягкого пара и пр.

5. Котельная арматура и регуляторы.

Клапаны (фиг. 144) представляют из себя расширение трубопровода, в котором имеется разделяющая стенка с круглым отверстием, так называемое клапанное седло, которое закрывается клапаном, опускаемым вниз вращением шпинделя. Движение клапана обыкновенно происходит в виде параллельного передвижения, перпендикулярного к плоскости седла.

У задвижки (фиг. 145) часть самой трубы используется в качестве уплотнительной поверхности для закрытия прохода; тело задвижки, производящее закрытие, передвигается в сторону и сходит при этом с уплотнительной поверхности.



Фиг. 144. Запорный клапан. Слево: вставленное седло, направление помощи продолженного шпиделя. Направо: седло и клапан снабжены никелевой вставкой. Направление сверху. Крышка соединена с корпусом болтами, соединена сальниками с внешними болтами и двумя кодовками с перекладной; нарезка шпиделя расположена снаружи.

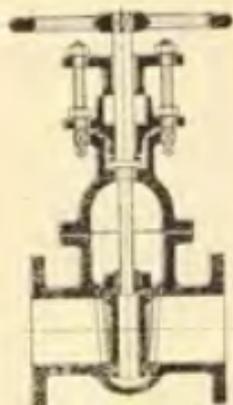
Кран (фиг. 146) также имеет уплотняющие поверхности, помещенные в продолжении трубопровода; им придана форма конуса или цилиндра, в котором имеется отверстие, соответствующее сечению трубы; открытие производится таким образом, что, поворачивая конус крана, уплотнение оказывается по сторонам свободного сечения.

Всякая арматура состоит из корпуса и гарнитуры. Корпус или коробка образует внешнюю оболочку, которая направляет поток жидкости.

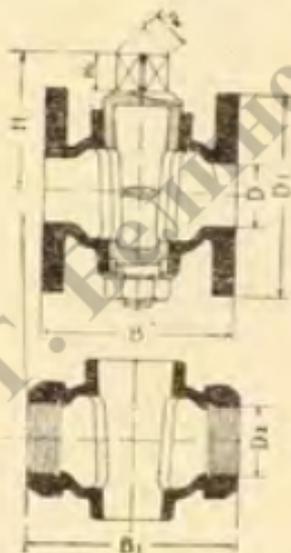
У клапанов небольших размеров корпуса делаются бронзовыми, или латунными. Для больших размеров при умеренном давлении применяют чугун, а при значительном давлении и перегреве — стальное литье.

В зависимости от положения отверстий для присоединения различают проходные и угловые клапаны.

Клапанное седло при бронзовых и латунных корпусах изготовляют путем тщательной обточки и шлифовки, придавая поверхности коническую или совершенно плоскую форму. Эта форма поверхности служит существенным отличием обоих видов седел. Плоское



Фиг. 145. Задвижка. Нарезка на шпинделе помещена внутри коробки. Шпиндель сам не передвигается, а передвигает задвижку в желательное положение помощью направляющей гайки.



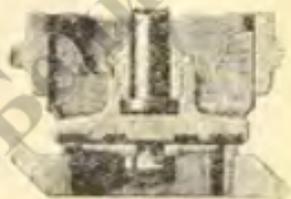
Фиг. 146. Запорный край.

седло во всех случаях возвышается над разделяющей стенкой, образуя рабочую поверхность.

Чугун и стальное литье мало пригодны для изготовления уплотняющих поверхностей. Изготовленные во время войны, вследствие недостатка сырья, подобные изделия не оправдали себя и должны быть для исправления снабжены специальными вставками. Для всех давлений и умеренной температуры, приблизительно до 250°Ц, вставки делают бронзовыми, а для больших давлений и температур из соответственных никкелевых сплавов (фиг. 144, 147, 148).

Чтобы вставить такое седло, корпус слегка растачивается на конус. Внешней поверхности вставки, обработанной со всех сторон, придают ту же форму, но несколько большего диаметра. Под прессом седло вставляется в корпус. Иногда, при очень высокосортном материале, в корпус вставляется узкая полоска.

Сам клапан изготавливается также из бронзы, чугуна, стального литья или даже из железа и стали. Для пара и горячей воды применяют то же уплотнение, что и для седла, а для холодной или умеренной



Фиг. 147. Различное выполнение направляющих для клапанов. Слева направляющей служит продолжением вниз шпинделя,двигающийся к вулке седла, справа направляющие ребра внутри седла.

Фиг. 148. Клапан с легко сменяемым уплотнением. Направление достигается верхними ребрами в корпусе.

теплой воды можно брать и другой материал, как, например, кожу или вулканизированную фибру. Так как это уплотнение быстро снашивается, необходимо предусмотреть возможность быстрой замены (уплотнение Пенкиуса, фиг. 148).

Клапан прижимается к седлу и снимается с него вращением шпинделя. При этом необходимо дать ему правильное направление, чтобы поверхности уплотнения точно приходились друг против друга.

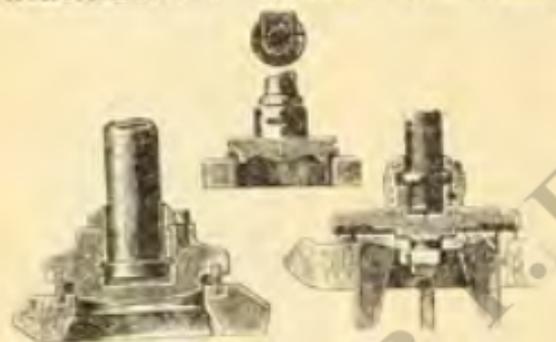
При небольших размерах это направление достигается обыкновенно одним шпинделем. Большие диаметры требуют особых мероприятий в форме продолженного шпинделя, который покоится в нижней части корпуса, или особых направляющих ребер, которые

движутся в отверстиях седла, или части корпуса непосредственно над седлом (фиг. 144, 147, 148).

Шпindelъ, соединяющій клапан с маховичком для обслуживания, изготовляется из железа, стали или бронзы. Железные шпиндели должны покоиться в частях из нержавеющей матеріала, чтобы во всяком случае предотвратить заедание.

Соединение между клапаном и шпинделем делается неподвижным только для самых малых размеров.

По большей части клапан свободно вращается; иногда дается возможность небольшого сдвига осей. Способ соединения зависит от величины клапана, высоты давления и особых условий эксплуатации (фиг. 149).



Фиг. 149. Соединения между шпинделем и клапаном.

Движение производится вращением в винтовой нарезке. У клапанов для невысокого давления и умеренной температуры эта нарезка может помещаться внутри корпуса, где она недоступна во время эксплуатации и может смазываться лишь водой (фиг. 150, 151). Для больших давлений и температур необходимо располагать нарезку снаружи, помещая ее в перекладчину на колонках (фиг. 144). За такой нарезкой можно постоянно наблюдать и при необходимости смазывать маслом. Железные козлы или перекладчины снабжаются бронзовой втулкой с резьбой.

Шпиндель в одном месте должен проходить через корпус. Для уплотнения здесь помещают сальник. Ни в коем случае нарезка не должна входить в сальник, так как набивка при этом быстро разрушается.

Каждый сальник состоит из направляющей для шпинделя набивки, втулки, которая сдавливает на-

бивку, и болтов, которые прижимают втулку к корпусу.

Весь сальник помещен на крышке, привинченной к клапанной коробке, и имеет такие размеры, чтобы можно было вынуть капан и само седло, открыв для этого отверстие. У малых клапанов крышка ввинчивается в корпус, а уплотнение достигается прокладыванием тонкого кольца, по большей части свинцового, между тщательно обработанными уплотняющими поверхностями (фиг. 150).

Для больших размеров применяются соединения крышки с корпусом, как для фланцев (фиг. 148).

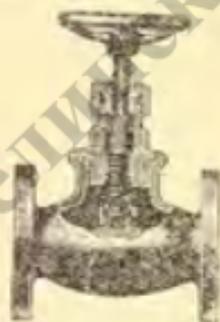
Корпус сальника отливается заодно с крышкой. Для небольших размеров нижнюю направляющую помещают в самой крышке; для клапанов больших размеров вкладывается особое бронзовое кольцо (фиг. 144, 150).

Для набивки применяется различный материал. Металлическая набивка с пружинами и т. п. в нашем случае не применяется, так как вполне удовлетворяет соответствующее волокнистое вещество, как шерсть, асбест и т. п., которое пропитывается малоплавким жиром, а также графитом.

В простейшем случае сальник в верхней своей части снабжается внутренней резьбой, а втулка соответствующей внешней нарезкой и шестигранной головкой; набивка сжимается ввинчиванием втулки в сальник. При сжатии следует соблюдать осторожность, чтобы не повредить набивку.

Чтобы избежать вращения втулки, резьба переносится на наружную сторону сальника и втулка вдавливается в сальник помощью гаечного затвора.

Оба вида исполнения применяются лишь для самых малых размеров и при сальниках, выполненных целиком из бронзы или т. п. металла. В противном случае



Фиг. 150. Клапан с лежащей внутри параллельной нарезкой и с ввинченной в корпус крышкой.

штука, иногда снабжаемая специальным стаканом, прижимается своим обычно овальным фланцем посредством двух железных болтов к такому же фланцу самого сальника (фиг. 144, 151).

В целях вращения шпиндель на верхнем конце имеет четырехгранную головку, к которой винтом прикрепляется маховичок. Для установок, где на

внешний вид обращается больше внимание, маховички прикрываются сверху каучуковым чехлом.

Так как шпиндель и маховичек вращаются вместе с клапаном, то по их положению можно определить величину открытия проходного отверстия.

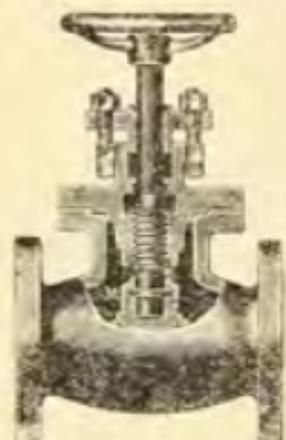
Резьба на шпинделе нарезается с таким расчетом, что при одном повороте маховичка, по направлению часовой стрелки, клапан прижимается к седлу, что влечет за собой полное закрытие вентиля.

Бронзовые клапаны изготовляются таких размеров, какие соответствуют трубам с муфтами. Для соединения с трубопроводом они снабжаются или внутренней

резьбой в шестигранной головке, или внешней для соединительных гаек.

Железные и стальные клапаны изготовляются только в соответствии с германскими нормами для труб с фланцами на высокое давление и имеются в запасе таких размеров, которые имеются в нормах 1882 и 1912 г.г. При заказе следует указать, кроме типа, также диаметр проходного сечения и вид фланца. По большей части на корпусе отлит размер сечения в мм.

При содержании в исправном виде, клапаны являются самыми надежными запорными приспособлениями. Износу подвергаются только седло, сам клапан



Фиг. 151. Клапан с лежащей шпиндельной нарезкой и крышкой в виде фланца.

и набивка. Поэтому пригонка монтером должна ограничиваться только этими частями. Неисправности в корпусе, или в какой-нибудь другой части, ни в коем случае не должны устраняться на месте постройки и подобные части должны быть смещены. В особенности следует отказаться от расчеканки неисправного литья, так как во время этой работы легко нарушить круглую форму седла, благодаря чему неисправность только увеличивается.

Для притирки седел у малых клапанов при больших неплотностях пользуются специальным фрезером (фиг. 152). Он ввертывается вместо крышки в корпус клапана; притирка производится весьма осторожно, при весьма малом нажиме.

Клапаны больших размеров следует пришлифовывать только на заводе.

Незначительные неплотности можно устранить притиркой совсем мелким наждаком или стекольной пылью, при достаточном смазывании маслом. Выполнение этой работы требует большого навыка и может производиться только очень опытными лицами.

Затягивание сальника не должно производиться слишком сильно, так как иначе страдает набивка. Если затягивание требует слишком много усилия, то это признак того, что следует заменить набивку новой.

Установка клапанов должна всегда производиться с таким расчетом, чтобы пар или вода протекали через проходное сечение снизу вверх, т. е. чтобы при закрытом состоянии шпиндель и сальник не находились бы под давлением. Соблюдение этого правила очень способствует сохранению набивки и легкому обслуживанию. Для облегчения установки на корпусе часто отливается стрелка с указанием направления течения.



Фиг. 152.  
Фрезер для  
малых  
клапанов.

Установка не должна допускать возможности накопления в корпусе: при паропроводах — воды, а при водопроводах — воздуха в таком количестве, чтобы суживалось в более или менее значительном размере сечение. Поэтому, при горизонтальном трубопроводе шпindel никогда не должен смотреть вверх или вниз, а всегда должен быть в горизонтальном положении.

Чтобы уменьшить усилие, потребное для открытия или закрытия, клапаны разгружаются; разгрузка достигается тем, что соединяют вместе два клапана таким образом, что на один из них давление действует сверху, а одновременно на другой — снизу. Таким образом, получились двухпорные клапаны.

Так как шпindel и корпус расширяются равномерно, является опасение, что клапан, хорошо запирающий при определенной температуре, покажет неплотности при другой. Вполне надежный запор может быть достигнут лишь для совершенно определенных условий эксплуатации. Эти условия необходимо создать при окончательной обработке, так как клапаны должны притираться лишь в горячем состоянии. На месте постройки это невозможно и поэтому монтер должен отказаться от всякой притирки двухпорных клапанов.

**Задвижки.** Задвижки не изменяют направления течения пара или воды. Поэтому корпус расширен лишь постольку, в сравнении с гладкой трубой, поскольку это требуется для создания достаточно широкой уплотняющей поверхности и для движения и направления самой задвижки (фиг. 145). Для высокого давления задвижка менее пригодна и потому редко изготовляется из высокосортного материала. Материалом для корпуса служит бронза, латунь или чугун и иногда стальное литье. Седло и сама задвижка выполняются из бронзы или чугуна, в последнем случае с бронзовыми или никкелевыми прокладками.

Движение всегда боковое; поэтому, чтобы прижать задвижку плотно к седлу, необходимо воспользоваться

действием клина. В простейшем случае сама задвижка выполняется клинообразно и посредством направляющей, расположенной против седла, с одинаковым наклоном прижимается к этому последнему (фиг. 145).

Более совершенную конструкцию представляет из себя задвижка Пита; она состоит из двух одинаковых частей, создающих уплотнение в обе стороны. Помещающийся в середине между половинками задвижки клин раздвигает обе части и прижимает их к седлу.

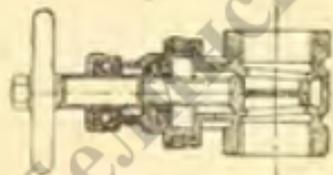
При открытии задвижка выдвигается в сторону от направления трубы и попадает при этом в боковое расширение корпуса, величина которого зависит от размеров задвижки. Совершенно плоское сечение такого было бы достаточно, но из соображений крепости оно делается несколько выпуклым.

Для облегчения изготовления, верхняя часть, обыкновенно выпуклая, делается съемной при помощи фланцев или резьбы (фиг. 145 и 153).

Чтобы не увеличивать строительную высоту задвижки более того, чем это требуется часто делают шпindel неподвижным так, что винтовая нарезка шпинделя движется в винтовых впадинах самой задвижки и ее клина (фиг. 145). При обыкновенной резьбе вращение шпинделя вправо будет открывать задвижку, вместо того, чтобы закрывать ее, как это бывает у клапана. Поэтому шпиндели задвижек по большей части снабжаются левой резьбой. Это, однако, не есть общее правило.

При неподвижных шпинделях нельзя сразу определить, открыта задвижка или закрыта. Вот почему маховички часто снабжаются специальными указателями, по которым можно судить о положении задвижки.

Значительно лучшей, но более дорогой и громоздкой будет конструкция с нарезкой, расположенной

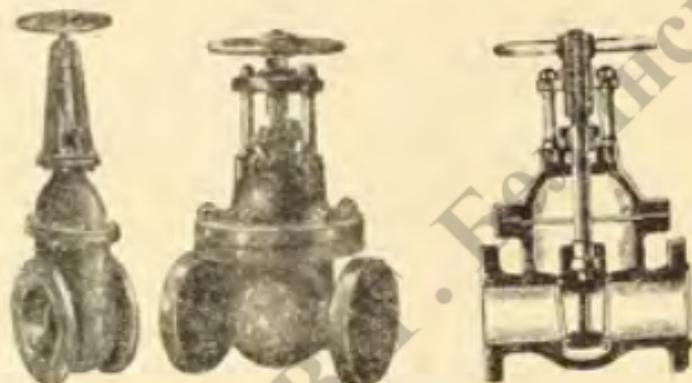


Фиг. 153. Запорная задвижка с привинченной крышкой и с внутренней шпindelной нарезкой.

снаружи, подобно тому, как мы наблюдали это у клапанов, с направляющей в отдельной стойке или перекладине (фиг. 154).

Сказанное относительно сальников, маховичка и проч. у клапанов относится и к задвижкам.

При малых моделях размеры задвижек также соотнобразуются с размерами муфтовых труб; для соеди-



Фиг. 154. Запорная задвижка с верхней стойкой и внешней нарезкой.

нения с трубопроводом в корпусе нарезается внутренняя резьба. Гаечные соединения у задвижек не применяются.

Размеры задвижек больших моделей соотнобразуются с размерами железных фланцевых труб с фланцами по нормам V. d. S. I. так же как, с германскими нормами 1882 и 1912 г.г.

Притирка уплотняющихся поверхностей на постройке невозможна. Единственная работа, которую монтер может безукоризненно выполнить у задвижек, заключается в основательной чистке, смазке и набивке сальников.

Так как задвижка не меняет направления потока, ее можно установить в трубопроводе в любом положении. Избегать следует только свисания шпинделя

вниз, так как это сильно способствует увеличению неплотности сальника.

Задвижка, которой пользуются нерегулярно, легко заедает и тогда ее трудно бывает открыть и закрыть. Заевшую задвижку лучше всего снять, разобрать, вычистить, смазать хорошим маслом и вновь установить на место. Во время эксплуатации, если не представляется необходимости пользования задвижкой, следовало бы открывать и закрывать ее, по крайней мере, один раз в неделю. Однако, и в таком случае, нельзя с полной уверенностью рассчитывать на плотное закрытие задвижки.

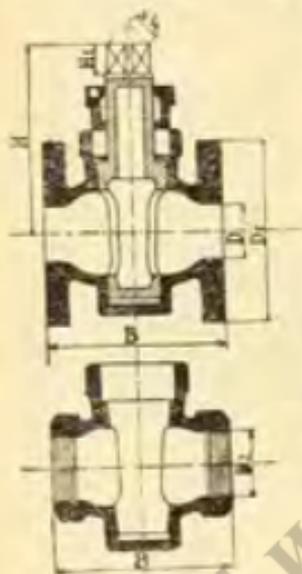
**Краны.** У кранов запирающая часть, конус или стакан не передвигается в осевом направлении, а только вращается. Корпус по этому совершенно плотно прилегает к поворотному затвору. Для создания плотного закрытия необходимо подвижную уплотняющую поверхность затвора плотно прижать к поверхности корпуса. Это достигается у стакана пружиной, а у корпуса прижатием посредством винта, действующего по оси конуса (фиг. 146).

Гайка, которая вдавливает затвор в корпус и создает уплотнение, ни в коем случае не должна передвигаться при открывании и закрывании крана. Следовательно, она должна вращаться вместе с затвором и без трения о корпус или какую-нибудь другую часть. Для этой цели между гайкой и корпусом подкладывается хорошо обработанная шайба, отверстие которой четырехугольное и точно соответствует четырехгранной головке затвора. Дальнейших предохранительных мер в общем не требуется.

Передвижение затвора почти всегда производится при помощи гаечного ключа, который насаживается на четырехгранную головку. Чтобы ограничить ход, который не должен превышать четверти оборота, корпус снабжается упорами, в которые упирается в конечных положениях штифт, укрепленный на затворе. Для определения положения на четырехгранной головке делается черта в направлении отверстия.

Сальников при этой конструкции не требуется, но иногда они выполняются вместо нижней гайки для прижатия конуса к корпусу (фиг. 155).

Краны со стаканами, вследствие присущих этой конструкции недостатков, как чисто запорные приспособления, почти не выполняются. Некоторое значение имеют они, как регулирующие приспособления у нагревательных приборов, которые должны наравне с закрытием допускать и предварительную регулировку.



Фиг. 155. Кран.

Материалом для поворотных затворов служит только латунь и бронза, а для корпусов, при больших моделях, также и чугун. Размеры соответствуют у кранов, с присоединением посредством резьбы, нормам муфтовых труб, а с присоединением фланцами — нормам 1882 г. Для большего давления и температуры краны не применимы.

Если кран даже после усиленного затягивания гайки оказывается не плотным, то делу можно помочь в узких границах, притиркой наждаком или мелким стеклом с большим количеством масла. Эта работа требует большого навыка, так как затвор должен обязательно сохранить форму своей конической поверхности. Нельзя поэтому притирать отдельные места, а обязательно всю поверхность. По окончании этой работы следует тщательно удалить притирочный материал и основательно смазать конус маслом.

Кран может быть установлен в любом положении. Трущиеся сравнительно сильно поверхности требуют для движения затворов затраты больших усилий. Поэтому краны больших размеров не применяются.

**Дроссель-клапаны.** Второстепенное значение имеют дроссель-клапаны (фиг. 156). Они представляют из себя отрезок трубы, в которую вставлен вращающийся диск, гладко обработанные края которого прилегают к соответствующему, также тщательно обработанному выступу на внутренней стене трубы. Ось вращения диска через стенку трубы и сальника выступает наружу и поворачивается посредством гаечного ключа или рукоятки. Применение больших усилий для прижатия диска к выступу невозможно, а потому эти клапаны употребляются, только как запорные приспособления, при очень незначительной разнице давления. Они применяются почти исключительно для переключения пара очень низкого давления (мятого) и при водяном отоплении. Изготавливаются они бронзовыми или железными. Размеры малых моделей соответствуют газовым трубам, а больших — кипячительным трубам с фланцами по нормам V. d. C. I. или германским нормам 1882 г.



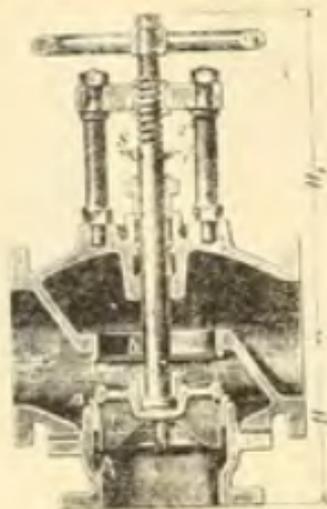
Фиг. 156. Дроссель-клапан.

**Трехходовые клапаны.** Иногда бывает необходимо закрыть путь для движения в одном направлении, но одновременно открыть для жидкости другой путь. Этой цели служат трехходовые клапаны. Корпус клапана на стороне, лежащей против сальника, снабжается добавочным патрубком с седлом одинакового размера, что и внутреннее седло. Клапан движется между обоими седлами и в конечном своем положении запирает то одно, то другое отверстие (фиг. 154). Таким образом, жидкость направляется то по одному, то по другому пути.

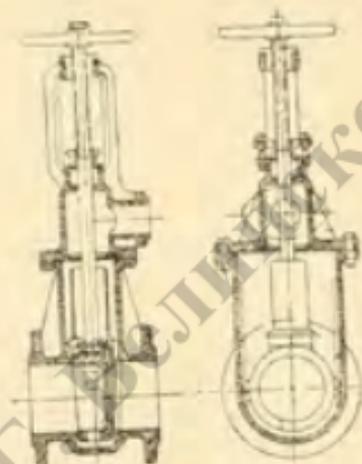
Детали и типы те же, что и у запорных клапанов. Способ установки должен быть точно указан на монтажном чертеже, неясности же необходимо выяснить устно.

Задвижки и краны также изготавливаются трехходовыми (фиг. 158). Однако, они не нашли еще широкого

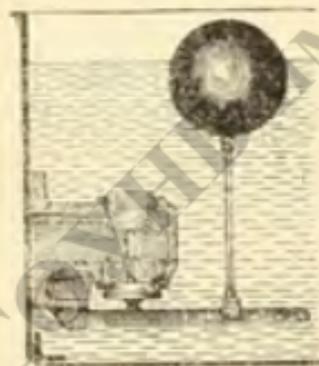
применения; по этому рекомендуется в каждом отдельном случае затребовать специальные чертежи и производить установку по особым указаниям.



Фиг. 157. Трехходовой клапан.



Фиг. 158. Трехходовая задвижка.



Фиг. 159. Поплавковый клапан.

Обращение с поврежденными частями требует особой осторожности.

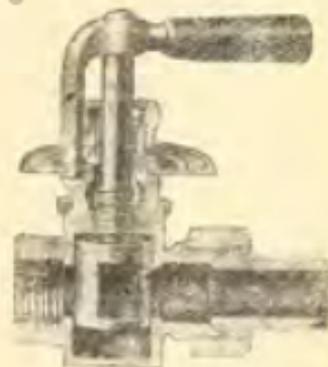
**Поплавковые краны.** Необходимо еще упомянуть про поплавокные клапаны, приводимые в движение поплавками. Они служат для закрытия и открытия водопровода таким образом, чтобы поддерживать постоянный уровень воды в резервуаре при неравномерном ее расходовании. Они изготовляются только небольших размеров.

Вода обыкновенно подводится непосредственно под клапанное седло, а пространство над седлом непосредственно соединено с резервуаром. При высоком уровне

воды, конус, действием довольно большого поплавка и рычажной передачи, прижимается к седлу, а при низком уровне поднимается над ним, открывая проход. Так как это запорное приспособление помещается в баке с водой, то неплотности в корпусе не влекут за собой выхода воды, и сальника по этому не требуется. Единственными чувствительными частями являются поплавок, который должен быть совершенно непроницаем, клапанное седло или конус. Вследствие небольших размеров, притирка седла и конуса не представляет затруднений. С другой стороны, ремонт поплавка предъявляет большие требования к рабочему и его следовало бы производить на месте работ лишь в крайнем случае.

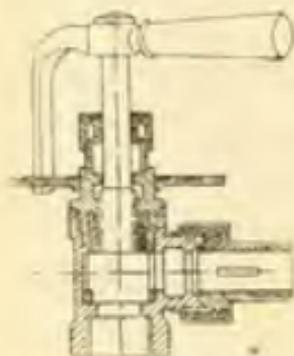
**Регулировка нагревательных приборов.** В отопительных установках, от запорных приспособлений при нагревательных приборах очень часто требуется не только открывание и закрывание прохода, но и регулирование количества протекающей жидкости, в зависимости от потребности в каждый данный момент. Чтобы сразу можно было видеть величину отверстия, употребляются только такие конструкции, которые требуют для полного хода не более одного оборота шпинделя. На шпинделе укрепляется в таком случае стрелка,двигающаяся по диску с делениями и указывающая своим положением величину открытия. В конечных положениях имеются обыкновенно специальные надписи.

Задвижки никогда не могут быть полностью открываемы одним поворотом шпинделя и по этому в таких случаях применяются клапаны или краны.



Фиг. 160 Кран двойной регулировки. Пружинящийся стакан передвигается в корпусе с шпиндельной нарезкой.

Одновременно с регулировкой величины прохода, в зависимости от временно меняющейся потребности, ограничивают особой установкой количество протекающей жидкости, сообразно наибольшему ее расходу. Клапану или крану дается для этой цели предварительная установка, которую монтер делает во время пробной тонки и которая впоследствии остается неизменной. Такие регулировочные приспособления называются „с двойной регулировкой“.



Фиг. 161. Кран двойной регулировки. Стакан по оси неподвижен. Изменение сечения достигается передвижением регулировочного поршня, который движется при вращении шпинделя.

Регулировочные краны изготовляются всегда с цилиндрическими стаканами. Стакан делается тонкостенным, а уплотняющая поверхность прижимается к корпусу пружиной.

Предварительная установка часто производится таким образом, что стакан передвигается по оси в достаточно длинном корпусе; при этом часть проходного отверстия стакана закрывается стенкой корпуса (фиг. 160). В других конструкциях стакан не передвигается по оси, но внутри него ходит поршень, который и изменяет величину проходного отверстия (фиг. 161). Передвигающийся стакан так же, как и регулировочный поршень, приводится в поступательное движение вращением шпинделя.

Для открывания и закрывания крана достаточно одной четверти поворота. Соответственно этому диск снабжен вырезом, в котором ходит стрелка. Упорами по обоим концам выреза ограничена величина хода.

Смещение стрелки на  $180^\circ$  и соответствующий поворот стакана не влияют на правильность указания на диске, но при этом происходит осевое смещение на половину высоты хода резьбы; предварительная установка на эту величину уменьшена (в сторону

закрытия). Является, следовательно, возможным устанавливать постепенно максимальное проходное сечение конуса вращением шпинделя после удаления стрелки. Регулировка от руки по делениям на диске дает возможность открывать соответствующую часть лишь от максимально установленного сечения.

Конструктивное выполнение краев весьма разнообразно. Поэтому мы приведем здесь вкратце лишь главнейшие требования, всегда предъявляемые к краям двойной регулировки.

Корпус должен при всех встречающихся внешних воздействиях хорошо сохранять свою форму, так как иначе стакан скоро заедает и перестает вращаться. Поэтому он должен быть толстостенным, особенно в тех местах, за которые монтер должен браться клещами и соответствующими утолщениями должен быть огражден от возможности изменения формы.

Внутренняя поверхность хорошо растачивается и притирается; при всех обстоятельствах она должна быть совершенно гладкой.

Стакан при вкладывании в корпус должен слегка пружинить. Поэтому он должен изготовляться из вязкой бронзы с тонкими стенками и такой формы, которая бы давала ему возможность пружинить. Для этой цели в верхней части кольцо или диск делаются сплошными, а остальная часть стакана делится прорезами на несколько частей, которые вместе с кольцом, как основаньем, прижимаются к стенкам корпуса.

Корпус закрывается ввинчивающейся крышкой, снабженной резьбой для передвижения шпинделя с сальником. Этот последний всегда снабжается ввинчивающейся втулкой или лучше — втулкой с гаечным затвором. Диск с делениями укрепляется обычно также на верхней части; при этом он или надевается на цилиндрически обточенную часть с неподвижной опорой и прикрепляется небольшими скрытыми винтами, или же посаживается на шестигранник и прижимается контргайкой, при чем он уже не имеет возможности вращаться (фиг. 160 и 161).

Насадка на круглую часть дает возможность, при неточной установке верхней части крана исправить впоследствии положение диска. С другой стороны, при такой конструкции легко возможны, впоследствии, сдвиг и неправильная установка.

Для вращения стакана на шпindelь обыкновенно насаживается ручка, продолжение которой служит стрелкой—указателем (фиг. 160 и 161). Сбоку стрелки имеется несколько делений, которые своим положением по отношению к диску указывают величину предварительной установки. Сама ручка делается каучуковой, чтобы предохранить обслуживающий персонал от высокой температуры металлических частей.

Укрепление ручки на шпindelе никогда не должно производиться на четырехгранной головке, а всегда на круглом шпindelе, зашпеленном с двух противоположных сторон так, чтобы ручка могла смещаться только на  $180^\circ$ , а никогда не на  $90^\circ$ .

Чтобы установить точность сборки, шпindelь на головке снабжается „резкой“—зашпеленной чертой в направлении отверстия стакана.

Материалом для этих кранов служит только бронза. Различные материалы, применявшиеся для них во время войны, оказались непригодными. Чугунные корпуса, которые еще и сейчас выпускаются на рынок, очень громоздки, даже для небольших размеров и требуют во избежание тяжелых последствий бронзовой футеровки, так что уплотняющие поверхности могут быть только из этого металла.

Краны величиной до  $1\frac{1}{2}$ " изготавливаются для размеров газовых труб. Они снабжаются всегда газовой резьбой, причем с одной стороны — внутренней, а с другой — внутренней или наружной для колпака. Места присоединений расположены друг против друга (проходные краны), или одно из них помещается против шпindelя (угловые краны).

Чтобы избежать заедания стакана необходимо тщательно его предохранять от изменения формы. Во время сборки следует обращаться с ним очень осто-

рожно, а затем необходимо его чем-либо обернуть и оставить его в таком виде, пока последний рабочий не покинет стройку.

Если у крана появятся какие-нибудь неисправности, то исправление таковых может быть произведено лишь в виде полной разборки, чистки мягкой тряпкой или паклей, легкой смазки и вновь сборки.

К обязанностям монтера относятся также подтягивание сальника и смена набивки. Всякую другую работу, в особенности опиление, или изменение степени упругости стакана, он безусловно должен оставить.

Несмотря на все предосторожности, краны в эксплуатации по большей части довольно быстро теряют свою подвижность, они прикипают, если только они не сидят в корпусе достаточно свободно.

Краны для регулировки бывают весьма различной конструкции. Число конструкций так значительно и они так часто изменяются, что исчерпывающего их описания дать невозможно. Мы приведем здесь лишь несколько примеров, на основании которых возможно будет в большинстве случаев правильно оценить другую конструкцию и легко обращаться с ней.

Простейшей формой регулирующего клапана является та же форма, что и для обыкновенного запорного клапана с подразделенным диском; нарезка шпинделя имеет настолько крутой подъем, чтобы возможно было достигнуть полного открытия после одного поворота шпинделя; величина хода ограничивается особым упором, находящимся на ручке (фиг. 162).

По положению этого упора легко в любое время узнать предварительную установку и монтер без особого труда может ее изменить.

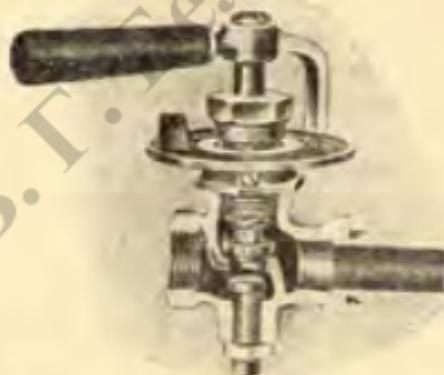
Недостатком этой конструкции является то, что величина поворота шпинделя, необходимая, для полного открытия, не бывает постоянной, так что в одном случае, при повороте на  $\frac{1}{4}$  круга, прибор уже нагревается, а в другом для этого же необходим полный поворот. Это различие не раз влекло за собой порчу, так как упоры или указатели обламывались, а иногда

даже сгибался шпindelъ или повреждались другіе чувствительныя части.

Этого недостатка можно не опасаться, если имеется второй дроссель-клапан или установочный винт, независимые от шпинделя, суживающіе проходное сечение (фиг. 163). Такое устройство возможно только на противоположной от шпинделя сторонѣ, для чего необходимо вторичное прохождение корпуса с соответствующим уплотнением. В большинствѣ случаев плотность достигается тем, что над вторым отверстием корпуса ставится плотный колпак.



Фиг. 162. Регулировочный вентиль, ограниченный в своем движении и имеющий подвижной упор для изменения величины хода.



Фиг. 163. Клапан двойной регулировки. Предварительная установка производится вторым клапаном, который раз навсегда устанавливается, независимо от запорного приспособления ручной регулировки.

При таком исполненіи монтер испытывает большіе затрудненія, так как после установки клапана, предварительная регулировка оказывается совершенно недоступной. Степень регулирования можно определить также лишь после удаленія колпака. В эксплуатации замечается тот недостаток, что при слишком сильном

прикрывании проходного отверстия, для регулирования приборов, используется лишь такая часть хода, которая почти равна той, при которой клапан бывает закрыт.

**Регулировочные вентили.** В виду сказанного пришлось перейти к тому, чтобы с самим клапаном соединить второе приспособление и, таким образом, при всякой предварительной установке тотчас производить любую регулировку. Для предварительной установки стали применять как заслонки, так и краны.

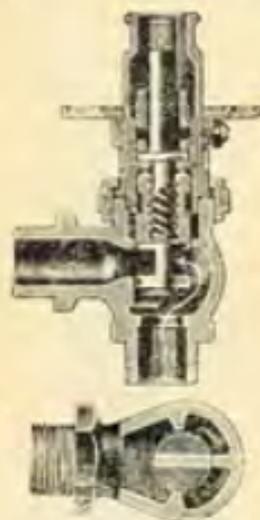
Примером предварительной установки может служить клапан фирмы Зенф (фиг. 164). Поток жидкости встречается на своем пути в корпусе, помимо клапанного седла, еще второе сужение, служащее для предварительной установки помощью регулировочного конуса. Шпindelь клапана имеет очень большой диаметр и для вхождения в него регулировочного стержня делается полым. В полой шпindelе имеется парезка для перестановки регулирующего шпинделя и сальниковая набивка. По положению головки регулирующего стержня в отверстии определяется величина предварительной установки. Установка производится ввинчиванием регулирующего конуса в нижнее отверстие. При регулировании от руки одновременно двигается и конус предварительной регулировки и уже вначале хода клапана воздействует на свободное сечение. Полное закрытие достигается только при верхнем положении.

При этой конструкции после удаления маховичка предварительная установка оказывается видной и доступной для монтера. Для приведения ее в действие нет надобности ослаблять какую либо набивку; перестановку, следовательно, можно производить во время эксплуатации системы и без какой либо потери жидкости.



Фиг. 164. Клапан двойной регулировки с предварительной установкой.

Клапан с предварительной установкой помощью заслонки изображен на фиг. 165. Здесь, как и у запорных клапанов для низкого давления, шпindelь неподвижен, а поступательное движение самого клапана производится вращением шпинделя в гаечной резьбе,



Фиг. 165. Клапан двойной регулировки с предварительной установкой, помощью заслонки.

нарезанной внутри самого клапана; при чем приняты меры против ее вращения по отношению к крышке клапана. Выше седла тело клапана проходит через корпус таким образом, что поступающая снизу вода должна войти сперва в половину корпуса, противлежащую корпусу и затем проходит над клапаном и направляется к выходному патрубку.

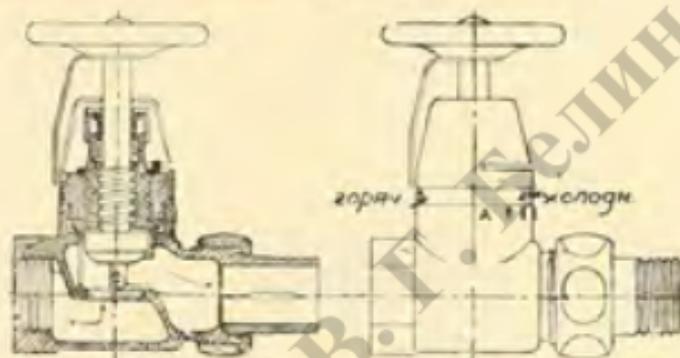
Величина прохода определяется здесь положением заслонки между нижней частью самого клапана и его гайкой. Если она установится поперек проходного сечения, то проход совершенно закрыт. При повороте на 90°, в направлении патрубка, получим максимальное открытие. Регулировка от руки производится цилиндрической частью над заслонкой, а полное закрытие — опусканием клапана.

Предварительная установка производится также вращением всей верхней части по отношению к корпусу. Ее величина видна по положению отметки под диском с делениями, по отношению к отметке, прилитой к корпусу. Ее изменение производится ослаблением гаечного затвора, прижимающего крышку к корпусу и дающего уплотнение.

Перестановка может быть произведена монтером сравнительно легко, для непосвященного же — почти невыполнима. Правда, при ослаблении гаечного затвора образуется неплотность, побуждающая к скорейшему

окончанию работы. При удачной установке видимость установки удовлетворительная.

Следует обратить внимание на то, что при изменении установки вместе с вращением верхней части вращается также диск и конечные положения клапана изменяются. Различные клапаны в одной и той же системе при одинаковой установке от руки покажут различное положение стрелки, недостаток сильно затрудняющий местную регулировку.



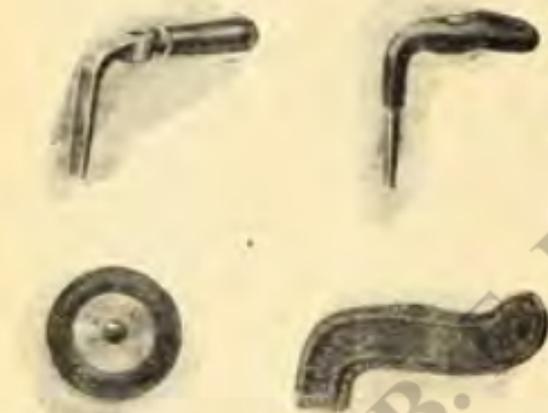
Фиг. 166. Клапан двойной регулировки с предварительной установкой помощью крана.

Вентиль с предварительной регулировкой краном изображен на фиг. 166. Корпус клапана над седлом гладко расточен на цилиндр, между стенкой корпуса и самим клапаном имеется полуцилиндр, вращающийся вместе с крышкой. Крышка, которая в остальном выполнена вполне нормально, прижимается к корпусу гаечным затвором.

По ослаблению гаечного затвора полуцилиндр может быть повернут к выходу на подобие стакана у крана. Величина сужения выхода зависит от положения верхней части по отношению к корпусу. При регулировке от руки открывается остальная часть свободного сечения в зависимости от положения указателя. Полное закрытие получается при опускании клапана на седло.

Обслуживание этих клапанов совершенно такое же, как и у клапанов с регулирующей заслонкой. Таковы же и преимущества и недостатки при установке и пользовании.

Относительно конструктивного выполнения размеров стенок, соединений и т. п., а также и о материале этих клапанов можно сказать то же, что и о кранах.



Фиг. 167. Различные типы ручек для регулирующих клапанов: про-  
стая крановая ручка с указателем,  
маховичек и сердцевидная ручка  
с указателем.

Так как для приведения в действие клапана требуется почти полный оборот шпинделя, то их нельзя снабжать той же ручкой, что и краны. При клапанах пользуются маховичками или специальной сердцевидной ручкой (фиг. 167).

Тщательное покрытие ручки каучуком здесь также необходимо. У маховичка указатель помещается на нижней части, а у сердцевидной ручки он составляет продолжение острой части в осевом направлении.

Вращение маховичка на шпинделе возможно в том случае, если в той же степени переставляется и диск. Форма шпиндельного конца в маховичке всецело зависит от способа закрепления диска. Во всяком случае, монтер должен убедиться, что при полном опускании клапана на седло указатель установится против пометки на диске „холодно“ или „закрыто“.

В противоположность кранам у вентиляей возможно устранять неплотности легкой притиркой. Работа эта требует опытной руки и большого навыка.

**Отделители.** Проходящие через трубопроводы жидкости или пар очень часто содержат примеси, которые могут вызвать неисправность и потому должны быть по возможности выделены.

В отопительных установках твердых примесей легче воды редко встречается. Здесь вопрос может идти только о тяжелых составных частях как ил, котельная накипь и т. п., которые приносятся потоком или в виде плотной массы или же в взвешенном состоянии.

Для устранения грубых примесей в трубопровод включается расширение—грязевик, в котором скорость течения понижается настолько, что частицы могут осесть на дно. Размеры камеры выбираются такими, чтобы накапливающийся осадок помещался бы в ней в течение более или менее продолжительного времени действия системы. В зависимости от состояния осадка устраивают для его удаления или спускной кран или же крышку.

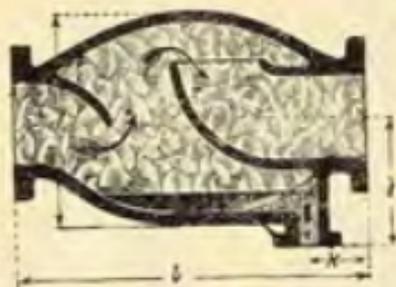
Очень мелкие частицы, как напр., котельная накипь, переходящие при нагревании воды в твердое состояние, но не осаждающиеся немедленно на поверхности, удалить таким приспособлением не удастся. Котельная накипь имеет ту неприятную особенность, что осаждается на дальнейших участках трубопровода в виде твердой оболочки на стенках и суживает проход. Ее удаляют обыкновенно в специальном расширении трубопровода, заполненном подходящим фильтрующим материалом. При обращении с этими фильтрами необходимо строго соблюдать специальные инструкции по установке и уходу за ними для каждого данного случая.

Жидкой вредной примесью для воды является масло, а для пара кроме масла, также механически увлеченная вода.

Обращаться с маслом в воде следует различно, в зависимости от того плавают ли оно в воде в виде связанных капель и нитей, или же мелко распределено в ней в виде эмульсии. В том и другом случае требуются большие сосуды, чтобы уменьшить скорость

воды. Большие количества масла, вследствие небольшого удельного веса, всплывают на поверхность и время от времени удаляются посредством спускного крана. Это масло по большей части поддается очистке и может быть вновь использовано.

Эмульсия, даже при длительном нахождении в такой камере, не может быть выделена. Отделение ее в практически достаточной степени осуществляется в специальных фильтрах, напр., посредством толстого слоя кокса, который задерживает масло и пропускает очищенную воду. Условием для хорошего действия должна быть небольшая скорость и достаточно частое возобновление фильтрующего материала.



Фиг. 168. Водоотделитель.

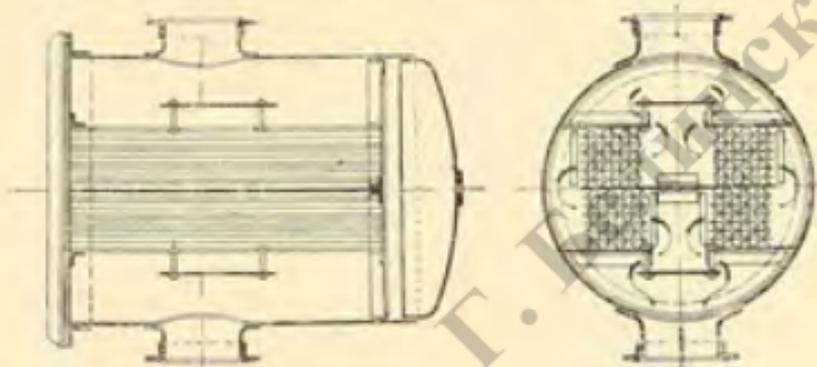
Подобные водоочистители имеют обычно столь значительные размеры, что могут изготовляться только из железных листов.

Для удаления воды и масла из пара пользуются свойством большей инерции тяжелых частей при внезапном изменении направления. Между тем как для удаления воды обычно достаточно небольшого числа отклонений, в водоотделителе, изображенном на фиг. 168, таковых два; для хорошего удаления масла такое отклонение должно быть произведено многократно. Обычно пар, в соответствующем расширении ставится ряд последовательных препятствий, ударяясь о которые масло стекает вниз, а более легкий пар уклоняется в сторону, чтобы тотчас же натолкнуться на новое препятствие (фиг. 169).

Содержащий масло пар поступает обычно из поршневой паровой машины в виде мятого пара. Из нее он выходит, сообразно способу работы машины толчками, а не в виде равномерного непрерывного потока. Действие маслоотделителей будет значительно лучше, если эти толчки ослабить подходящим большим буфер-

ным резервуаром, после которого течение будет уже по возможности равномерным.

Наконец, необходимо еще рассмотреть выделение газов (воздуха) из воды. Удаление из воды воздуха, растворенного в ней, а не в виде пузырьков, мы здесь рассматривать не будем. Приспособления для этого относятся к фабричным устройствам, а не к арматуре.



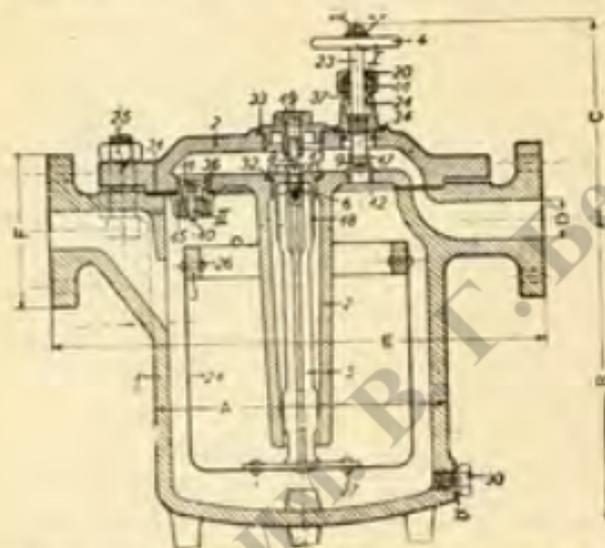
Фиг. 169. Маслоотделитель.

Для выделения воздушных пузырьков пользуются их незначительным весом. Устройство при этом должно быть таково, чтобы поток воды не увлекал бы пузырьков за собой, т. е. скорость воде надо дать весьма небольшую. Даже в наиболее трудных случаях для этого достаточно бывает соответствующего расширения трубопровода. Целесообразно бывает присоединить к воздухоотделителю резервуар, где бы собирался в стороне от водяного потока выделившийся воздух.

В третьей группе арматуры большую роль играют приспособления для автоматического отделения воды из паропроводов. В зависимости от их действия различают конденсационные горшки и отводчики, простые и лабиринтовые.

Действие конденсационных горшков основано на воздействии поплавка на запорный клапан, который двигается в сборной коробке благодаря изменению уровня воды.

У горшка, изображенного на фиг. 170, перед пуском его в действие поплавков лежит на дне коробки, а помещенный в крышке и соединенный с поплавком клапан открыт, так что находящийся в системе воздух может свободно выходить. Как только в горшке соберется значительное количество воды, поплавок поднимается, а клапан запирается. Если вода пере-



Фиг. 170. Поплавковый конденсационный горшок с открытым поплавком.

льется через край пустотелого поплавка, то этот наполнится водой и под действием ее тяжести опустится. Благодаря этому откроется клапан и пар выдавит содержимое поплавка через находящуюся в середине трубку и открытый клапан наружу. Если поплавок достаточно опорож-

нится, то он всплывет на находящейся в коробке воде и клапан закроется, не давая возможности выйти наружу пару.

Чтобы иметь возможность выпустить воздух из системы и после наполнения горшка водой, в крышке горшка предусмотрено сообщение с наружным воздухом, запирающееся вентилем.

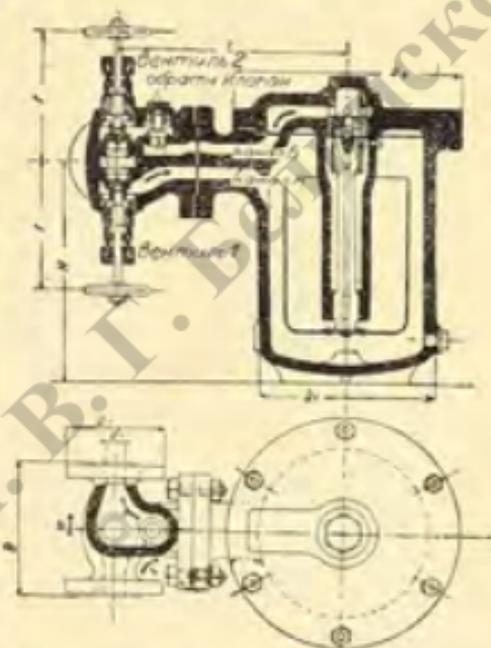
Во время работы горшка, период собирания воды в горшке чередуется с периодом ее выталкивания; для отвода используется лишь часть времени. Эта конструкция требует для определенной производительности при одинаковых условиях эксплуатации

больших размеров, чем выполнение с постоянно открытым клапаном.

Если воду требуется поднять за горшком на известную высоту, то в выходном трубопроводе устанавливается возвратный клапан так, чтобы воспрепятствовать обратному стоку воды в горшок. Конструкция, где этот возвратный клапан помещен в самом горшке, изображена на фиг. 171. Здесь имеется также, часто требующийся обводный канал, с необходимым запором, дающий возможность быстрой продувки и отвода значительных количеств воды, что бывает, напр., при растопке.

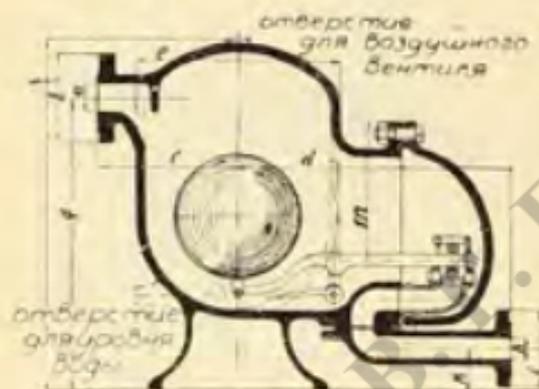
При этой конструкции пар должен подняться на известную высоту всю собранную в поплавке воду. Для этого ему необходимо иметь в самом горшке определенное давление. Для определения размеров очень важно знать величину давления пара в этом месте. Вообще, оно не должно быть ниже одной атмосферы. Ни в коем случае эту конструкцию нельзя применять для установок с паром низкого давления.

Значительно меньшие размеры можно дать горшкам, если производить непрерывный отвод воды по мере ее накопления в горшке. Это достигается в конструкции, изображенной на фиг. 172 тем, что закрытый поплавок, помещенный в коробке, открывает рас-



Фиг. 171. Конденсационный горшок с поплавком, возвратным и обводным клапанами.

положенный внизу клапан в размере, зависящем от уровня воды и тем большим, чем выше уровень. При большом подводе воды клапан автоматически открывается в значительной степени, а при уменьшении количества притекающей воды он понемногу закрывается. Рычаг, расположенный снаружи, дает возможность и при небольшом количестве воды поднимать поплавки и тем открывать клапан. Снятием небольшой крышечки все движущиеся части открываются и их легко тогда осмотреть и, если требуется, вычистить.



Фиг. 172. Конденсационный горшок с закрытым поплавком для большого количества воды.

нием пара и запас воды в горшке в сравнении с сечением клапана может быть довольно малым. Для пара низкого давления выбирают тип по фиг. 173, а для более высоких давлений, где запас воды должен быть больше, предпочитают высокий тип по фиг. 172.

Материал, детали выполнения и размеры соединений и фланцев сообразуются с максимальными, встречающимися в данной установке, давлением и температурой пара. Горшок пригоден для давлений пара, меняющихся в широких пределах, не требуя при этом новой установки.

При установке надо тщательно следить за тем, чтобы передвижение поплавка было, по возможности вертикально. Отклонение влечет за собой в лучшем

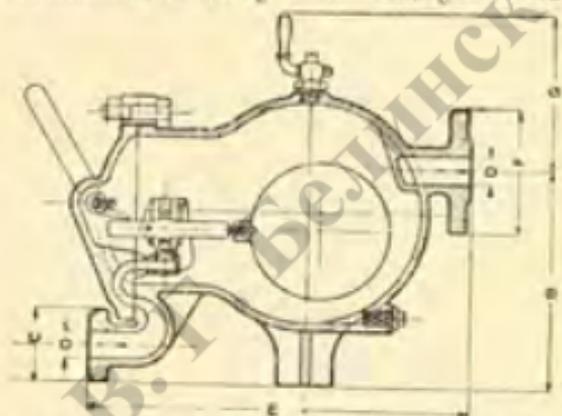
случае повреждение клапана. При снятии крышечки все движущиеся части открываются и их легко тогда осмотреть и, если требуется, вычистить.

При этой конструкции не требуется значительного давления для отвода воды. Она применяется поэтому и в установках с совершенно незначительным давлением пара.

случае уменьшение производительности, но может вызвать и полный отказ горшка от работы.

В случае неисправной работы горшка следовало бы на месте постройки ограничиваться только его основательной чисткой и может быть еще притиркой клапанов. Однако, при этой последней работе надо зорко следить за тем, чтобы поплавков в состоянии был плотно прижимать клапанный конус к седлу. Бель,

напр., у горшка по фиг. 172 и 173 поплавковый рычаг или передача слишком рано коснется упора, то несмотря на тщательную притирку невозможно будет достигнуто плотного закрытия клапана и горшок легко будет пропускать пар в конденсационный трубопровод.



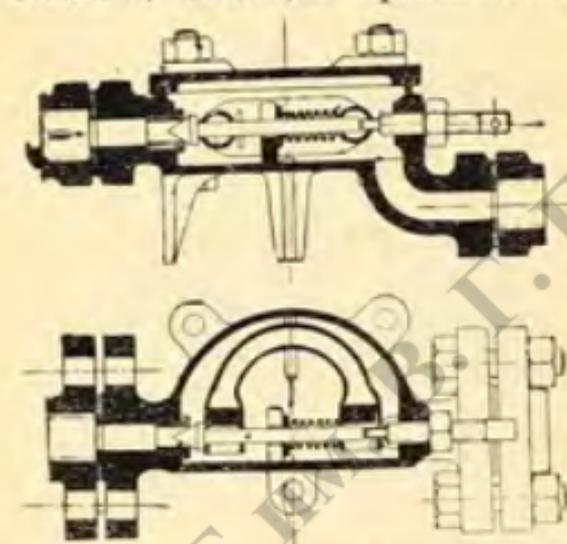
Фиг. 173. Конденсационный горшок с закрытым поплавком для большого количества воды и незначительного давления пара.

Действие обычного отводчика конденсата основано на расширении твердых или жидких тел под влиянием тепла. При всех конструкциях таких отводчиков расширяющееся тело воздействует на клапан, который открывает или прекращает подвод горячего конденсата к телу и в конденсационный трубопровод. При начале действия отводчик находится в холодном состоянии, а клапан совершенно открыт. Воздух и полученный в начале конденсат могут свободно отводиться. Как только в коробку попадет пар, тело сильно расширяется, клапан закрывается и остается закрытым до тех пор, пока температура тела не опустится.

Применяемые в прежнее время твердые тела расширяния должны состоять из материала, расширяю-

щегося значительно сильнее, чем таковой, из которого сделана коробка. Чаще всего для этого применяют медные или латунные трубки. Несмотря на это ход клапана получается малым даже при значительной длине трубки. Поэтому, даже для небольшой производительности, требуются значительные сечения клапанов.

Металл с течением времени не подвергается значительным, имеющим практическое значение, изменениям, потому эти приборы не подвергаются износу и служат удовлетворительно много лет.



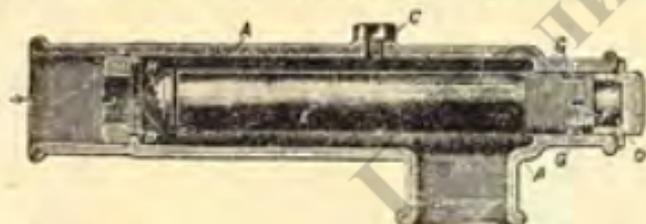
Фиг. 174. Автоматический водоотводчик системы Гейнца.

Коробка этих отводчиков выполняется в виде трубы, вмещающей в себе тело расширения стержневой или трубчатой формы и имеет кольцевое отверстие достаточной величины для отвода воды. Конус вентиля прикрепляется непосредственно к телу расширения, а седло помещается в привинчивающемся дне. Крышка коробки легко снимается, так что свободно можно вытащить тело расширения. Она снабжена сальником и шпинделем, так что снаружи можно менять положение клапана. Установка эта приводится в действие маховичком или лучше посредством четырехгранной головки, которая предохраняется гаечным затвором от посторонних лиц.

Недостаток этих приборов — большая строительная длина, впервые был устранен в отводчике Гейнца,

с наполнением жидкостью. В полукруглой коробке помещена стальная трубка, имеющая форму дуги и наполненная алкоголем. При нагревании трубка выпрямляется и клапан закрывается. У этих отводчиков, вследствие значительно большего расширения жидкости и сильной передачи пружинящей трубки, ход клапана гораздо больше, чем у отводчиков с твердыми расширителями. Этот отводчик имеет поэтому значительно меньшие размеры.

Так как эластичность стальной трубки со временем меняется, необходима время от времени подрегулировка. Малейшие неплотности в трубке образован-



Фиг. 175. Конденсационный отводчик „Самсон“.

шиеся при изготовлении или во время эксплуатации пропускают незначительные количества наполняющей жидкости и тогда отводчик приходит в негодность.

Удалением нескольких винтов, прикрепляющих крышку, все содержимое отводчика становится доступным. Регулировка производится установочным винтом, к которому прижимается пружиной тело расширения. Уплотнение и закрепление винта производится контргайкой.

Эластичность трубки имеет меньшее значение, если, благодаря своей форме, она оказывает незначительное сопротивление расширению. Это имеет место у прямых волнистых металлических трубок, допускающих большое удлинение без значительного сопротивления. Одну из подобных конструкций представляет отводчик „Самсон“. Вся его конструкция вполне соответствует таковой у отводчиков с твердыми расширителями, только регулировочное приспособление пере-

несено внутрь коробки, а предохранение и закрытие производится ввинчивающейся пробкой. В то время, как для отводчиков формы полумесяца (Гейнце) из соображений крепости необходимо пользоваться стальными трубками, в данном случае железо ни в какой из своих форм не пригодно; материал в местах воднистого изгиба подвергается слишком большому напряжению, наступают явления усталости и материал рвется. Только соответствующие бронзовые сдвиги дают удовлетворительный результат.

Установка тела расширения производится таким образом, что при входе пара нормального давления клапан отводчика закрывается. Пар более высокого давления обладает и более высокой температурой; поэтому при повышении давления пара жидкость слишком сильно расширяется и тело испытывает слишком большое напряжение. Происходит длительное изменение формы и если не произойдет излома, то во всяком случае потребуются новая установка.

Если пар имеет невысокое давление и, следовательно, невысокую температуру, то может случиться, что клапан не закроется. При падении давления пара неизбежным поэтому становится пропуск пара.

Следовательно, для отводчиков вредны значительные колебания давления пара и отводчики должны поэтому применяться лишь в том случае, если имеется уверенность в равномерности рабочего давления.

Для очень больших давлений отводчики вообще непригодны. Они, правда, применяются для давления и до 6 ат, но настоящая область их применения — это паровое отопление низкого давления.

В зависимости от давления они изготовляются для присоединения помощью нарезки или фланцев. Внутренний диаметр прохода свыше  $1\frac{1}{2}$ " (40 мм) вряд ли выполняется.

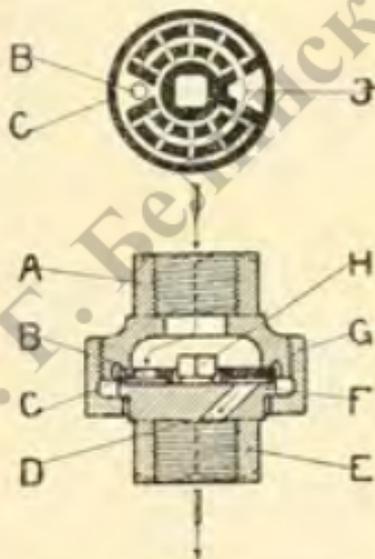
Если отводчик работает неисправно, монтер может попытаться привести его в надлежащий вид путем чистки и регулировки. Других работ производить над ними не следует.

При установке отводчиков следует обращать внимание на то, чтобы клапан приходился со стороны входа. Обыкновенно направление движения должно быть горизонтально, чтобы избежать образования водяных мешков. Если вертикального протока избежать нельзя, то клапан должен быть вверху, чтобы сила тяжести способствовала открыванию отводчика.

**Лабиринтовые отводчики.** Без подвижных частей работают лабиринтовые отводчики (Stauer фиг. 176). Действие их основано на включении на пути пара большого сопротивления.

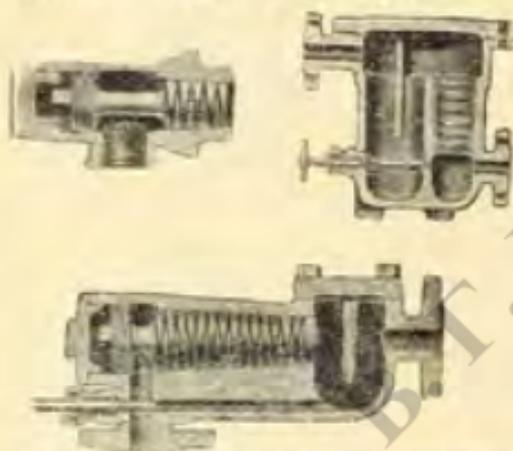
Так как трубопровод никогда не бывает совершенно свободен от твердых посторонних частиц, которые в первую очередь осаждаются в виде ила в местах большого сопротивления, то лабиринтовые отводчики легко засоряются и более, чем какие-либо другие приборы, требуют возможность легкой чистки. Принимая во внимание регулярность, с какой необходимо производить чистку этих приборов, никогда не следовало бы производить после этого тщательного подрегулирования и положение отдельных частей для сборки должно всегда быть твердо установленным.

Лабиринтовый отводчик для незначительного давления пара изображен на фиг. 176. При помощи гаечного затвора в трубопровод включается дроссельная шайба, соответствующая количеству протекающей воды. Для чистки запор снимается и шайба вынимается.



Фиг. 176. Лабиринтовый водоотводчик.

Лабиринтовый отводчик также пригоден и для более высоких давлений. В гладко расточенный, внутри на конусе, корпус отводчика вставляется соответствующая форма тела, снабженная по поверхности зигзагообразными длинными канавками, по которым только и может протекать вода (фиг. 177). Длина и глубина канавок определяется давлением и количеством пара. Регулирования конуса не требуется.



Фиг. 177. Лабиринтовый конденсационный отводчик. Три модели для различных давлений и количества воды.

Чистка производится разборкой; закрытие корпуса для малых моделей — пробкой, а для больших — привертываемой крышкой. Иногда предусматриваются запирающиеся обводы для пропуска большого количества воды во время растопки.

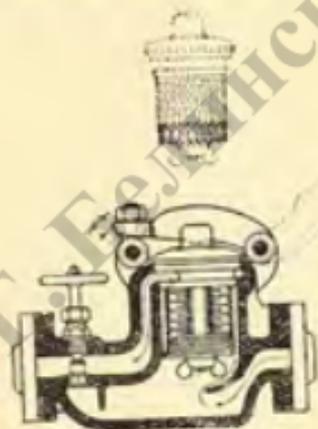
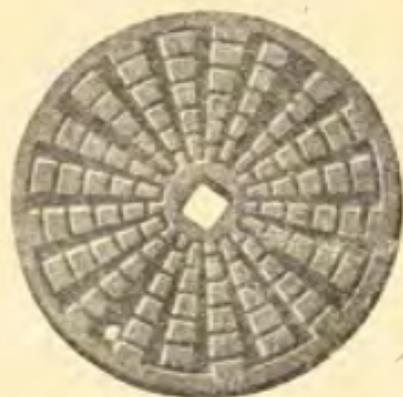
Таким же образом работают отводчики с отражательными поверхностями, у которых сопро-

тивление образуется рядом лежащих друг над другом шайб, снабженных мелкими канавками, как и у лабиринтовых (фиг. 176). Эти отводчики дают возможность, путем изменения числа шайб, изменять впоследствии и производительность. Для целей чистки весь прибор разбирается; регулировки действия не требуется.

Лабиринтовые отводчики лишь в незначительной степени могут следовать за колебаниями в работе системы. Уменьшение давления или увеличение количества воды очень быстро вызывают скопление воды в подводящей трубе, что иногда может очень вредно отразиться на всей установке. Иногда высокий водяной мешок, установленный перед лабиринтовым отвод-

чиком, может заменить недостающее давление пара; для пара высокого давления скопившаяся вода не имеет значения.

При уменьшении количества воды или увеличении давления пар входит в узкие каналы. Вследствие своего значительно большего удельного объема пар встречает гораздо большее сопротивление, чем вода, и поэтому, в известных пределах, такое изменение не



Фиг. 178. Лабиринтовый водоотводчик.

оказывает вредных последствий на работу установки. При выборе лабиринтового отводчика имеет значение давление и максимальное количество воды. При очень высоких давлениях их применение, однако, нерационально.

Всякая переделка лабиринтовых отводчиков на месте работы исключается. Если такой отводчик после чистки не удовлетворяет предъявленным требованиям, необходимо потребовать его замены, указав точно условия, в которых он должен будет работать.

К той же группе арматуры относятся приспособления для подвода и отвода воздуха. Они состоят исключительно из клапанов, приводимых в действие воздухом.

**Воздухоотводчики.** Для отвода воздуха, выделившегося из жидкости, пользуются понижением уровня воды, производимым скоплением значительного количества воздуха, чтобы открыть при помощи поплавка спускной клапан. Исполнение ничем не отличается от поплавковых клапанов для питания резервуаров водой. Автоматического воздухоудаления в подобных установках не предусматривается.

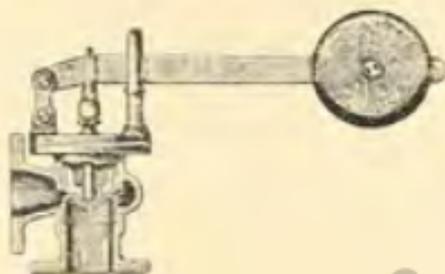
При удалении воздуха из паропроводов пользуются разницей температуры между паром и воздухом для приведения в действие при помощи тела расширения клапанов, таким же образом, как и у конденсационных отводчиков. При остывании системы также открывается клапан, воздух удаляется и исключается возможность образования пониженного давления (вакуума). Всякий конденсационный отводчик может быть использован также в качестве отводчика воздуха. Обыкновенно же воздухоотводчики, принимая во внимание незначительное количество пропускаемого воздуха, строятся значительно меньших размеров. Правила для их обслуживания те же, что и для отводчиков. Следует обратить внимание на то, что в данном случае тело расширения должно помещаться в закрытом пространстве, наполненном паром.

Среди арматуры для регулировки давления различают, во-первых, приборы, предназначенные исключительно для ограничения верхнего предела давления, и во-вторых, такие, цель которых подрегулировать равномерность давления. Для всех целей применяются исключительно клапаны, которые под действием силы давления открывают или закрывают проход, или также редуцируют его.

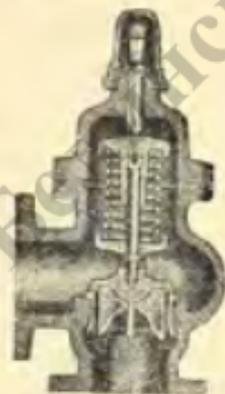
Для ограничения давления служат предохранительные клапаны. Для этой цели пространство, давление в котором не должно превосходить известного предела, отделяется от наружного пространства клапаном, устанавливаемым на патрубке. Сам клапан прижимается к седлу или непосредственно грузом, или пружиной, или же при помощи рычажной пере-

дачи. Величина груза выбирается такой, что при превышении давлением известного предела клапан приподнимается и часть содержимого может выйти наружу.

В некоторых случаях выходящая жидкость может свободно удаляться и тогда корпус делается по фиг. 179. Очень часто жидкость требуется отводить; в таком случае корпус делается совершенно закрытым, к выходному патрубку присоединяется трубопровод, а клапан-



Фиг. 179. Предохранительный клапан с грузом и выпуском через трубу.



Фиг. 180. Предохранительный клапан с пружинной нагрузкой внутри корпуса и с выпуском через трубу.

ный шпindelъ, обыкновенно, проходит наружу через сальник и здесь привешивается груз (фиг. 179).

Всегда желательно иметь возможность изменять величину нагрузки во время эксплуатации. При пружинах это необходимо, так как они после длительной работы теряют свою упругость, величина которой должна быть восстановлена. Обязательно следует изредка проверять величину давления, при которой клапан открывается.

Установка при пружинной нагрузке производится почти исключительно натяжением пружины. При наличии груза нагрузка клапана может меняться или изменением числа грузовых шайб, или же изменением

передачи, увеличивая или уменьшая плечо рычага. Такие изменения не должны производиться без зоркого наблюдения за величиной открывающего клапан давления.

Прежде чем приступать к увеличению нагрузки, следует обязательно проверить, не происходит ли продувание клапана, вследствие неплотного прилегания клапана к седлу. Часто перестановки груза и не потребуется, если клапан хорошо притерт.

Что касается материала, выполнения отдельных частей и обслуживания, то все сказанное о запорных клапанах относится и к предохранительным.

Если имеется опасение, что в системе может образоваться более или менее значительный вакуум, который окажется опасным для отдельных частей, то устанавливается выдувной (фыркающий) клапан; это открывающийся внутрь клапан, прижимаемый наружной нагрузкой к седлу. Обыкновенно они строятся лишь небольших размеров.

Особое сочетание из предохранительных и выдувных клапанов представляет из себя всасывающий и нагнетательный клапан, употребляемый в системах водяного отопления среднего и высокого давления. Он состоит из корпуса с входным отверстием обычно в 1", в который вставлен предохранительный клапан с весьма малым отверстием; на него непосредственно давит солидный груз; кроме предохранительного имеется еще и выдувной клапан, который прижимается к седлу только своим собственным весом. Весь прибор вставляется в расширительный сосуд таким образом, чтобы всасывающий клапан находился под водой. При превышении максимального установленного давления предохранительный клапан открывается и излишняя вода поступает в расширительный сосуд. При остывании и падении давления вода без значительного сопротивления вновь входит из расширительного сосуда в систему отопления.

В отличие от предохранительных клапанов, которые определяют только верхний предел давления, реду-

ционные клапана предназначены для поддержания в системе давления на одинаковой высоте. Для этой цели они пропускают через себя жидкость, обычно воду, или пар, с большим начальным давлением, в количестве, согласованном с потребностью и независимо от величины этого начального давления перед клапаном.

Для разрешения этой задачи клапану необходимо работать таким образом, чтобы давление за ним открывало бы и закрывало его в большей или меньшей степени; величина же давления перед клапаном (начальное) не должно оказывать на его положение никакого влияния.

Поэтому применение находят почти исключительно разгрузочные (уравновешенные) клапаны, т.-е. такие, у которых начальное давление старается открыть его, действуя одновременно и в противоположную сторону на уравновешивающий орган.

Простейшим уравновешенным клапаном является двухседельный клапан. Причиной им недостаток—возможность неплотного закрытия—не играют здесь существенной роли, если только имеется возможность, совершенно закрыть включаемый перед ним запорный клапан. Если этого не сделать, то может случиться, что полное давление перед клапаном постепенно распространится и за ним и разрушит части, не рассчитанные на такое давление.

Трудность изготовления двухседельных клапанов заставляет изыскать другие приспособления для разгрузки.

Одно из подобных приспособлений заключается в том, что вместе с клапаном соединен поршень одинакового с ним диаметра, движущийся в гладко расточенном цилиндре и находящийся с одной стороны также под давлением свежего пара (фиг. 182). Применение уплотняющих колец, вследствие больших трущихся поверхностей, исключается; уплотнение достигается тщательной притиркой поршня в цилиндре. Хорошая работа в течение продолжительного времени

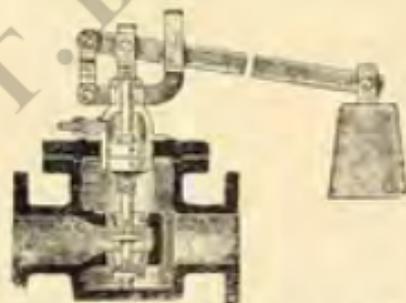
возможна только в том случае, если поршень и направляющий цилиндр изготовлены из одного материала, лучше всего из первосортной бронзы.

Этот недостаток устраняется применением разгрузочной мембраны одного размера с самим клапаном (фиг. 183). С другой стороны, приходится в этом случае считаться с явлением усталости материала и поломки после известного периода времени.

Большого хода клапана достичь трудно; необходимое проходное сечение достигается поэтому большим внутренним диаметром седла.



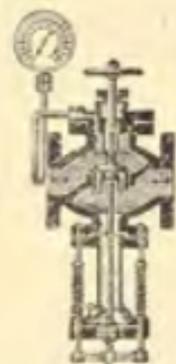
Фиг. 181. Двухседельный редукционный клапан.



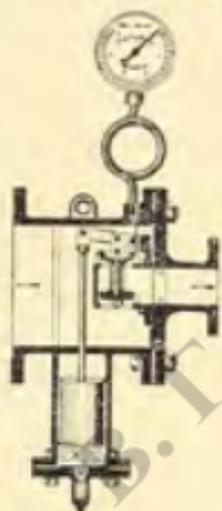
Фиг. 182. Паровой редукционный клапан. Разгрузка поршневым клапаном. Давление воспринимается поршнем. Установка величины противодавления рычагом и грузом.

Уменьшенное давление воздействует на поршень (фиг. 182), мембрану (фиг. 181) или для пара на водяной или ртутный затвор, в котором помещен поплавок (фиг. 184). Эти части передают свое движение клапану непосредственно или при помощи системы рычагов. Меняющемуся редукционированному давлению на одной стороне распределительных частей, противостоит на другой—атмосферное давление, практически

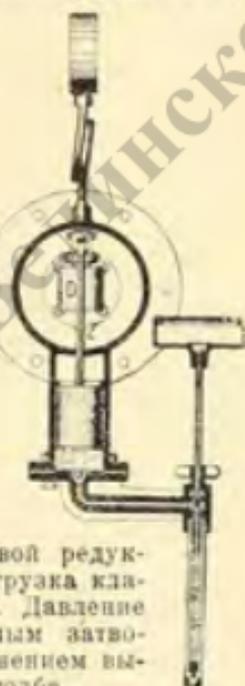
неизменное и уменьшенное лишь на вес движущихся частей. Для возможности изменения величины давления выходящей жидкости предусматриваются добавочные, перестанавливающиеся грузы (фиг. 182) или пружины (фиг. 181), или же меняется по высоте уровень жидкости (фиг. 184).



Фиг. 183. Паровой редуцирующий клапан. Разгрузка мембраной. Давление воспринимается непосредственно самим клапаном. Установка величины давления наружной пружиной.



Фиг. 184 и 185. Паровой редуцирующий клапан. Разгрузка клапана двойным седлом. Давление воспринимается ртутным затвором. Установка—изменением высоты ртутного столба.



Отдельные детали редуцирующих клапанов почти не отличаются от деталей вышеописанной арматуры. Новой составной частью является лишь мембрана. Она изготовляется из резины или волнистого металла. Следует тщательно предохранять ее от высокой температуры, иначе она легко делается хрупкой; для этого на ней всегда покоится, по возможности, высокий столб воды.

Даже при тщательно продуманной конструкции не удается избежать явлений усталости материала. После известного промежутка времени, зависящего также от

частоты перемен давления и нагрузок, всякая мембрана должна быть заменена новой.

С уменьшением давления пару необходимо больше места, чем раньше. Поэтому входное отверстие у редукционного клапана должно было бы быть всегда значительно меньше, чем выходное. Обыкновенно это правило выполняется лишь у клапанов с поплавковым распределением, в то время как входные и выходные отверстия у клапанов с поршневым и мембранным распределением равны. Для присоединения трубопровода служат исключительно фланцы по германским нормам 1882 г., или по нормам союза германских инженеров 1912 г.

Установка всех редукционных клапанов производится таким образом, что направление течения жидкости остается всегда горизонтальным. Отдельные части разных фабрикатов расположены весьма разнообразно, так что дать общего правила не представляется возможным. Если монтажный чертеж не дает ясной и полной картины, необходимо затребовать от арматурного завода специальное описание с чертежом или же инструкцию для монтажа.

Были сделаны попытки для постройки паровых редукционных клапанов использования различной температуры пара при различном давлении. Распределительный механизм этих приборов состоит из патрона, наполненного жидкостью, как и у конденсационных отводчиков. В виду незначительных колебаний температуры добиться большого хода клапана не удается, следовательно, необходимо мириться с довольно значительными проходными отверстиями. Передача тепла телу расширения производится весьма медленно, вследствие незначительного перепада температуры, регулировка давления поэтому очень медленная. Приспособления этого рода могут применяться только, в тех случаях, когда особой точности в установке, давления не требуется.

Как мы видели, вышеописанными распределительными приспособлениями пользуются для того, чтобы

при падении давления открывать спускной клапан, а при повышении соответственно закрывать; точно так же можно этим воспользоваться и для того, чтобы при превышении желаемого давления открывать в большей или меньшей степени клапан, сообщающийся с наружным воздухом. От соединения парового редукционного клапана с выхлопным получается регулятор для мягого пара; этот последний, при наличии избытка мягого пара, выпускает его наружу, а при недостатке выпускает в паропровод соответствующее количество свежего пара.

Принципиально каждый паровой редукционный клапан может быть использован в качестве регулятора мягого пара.

**Арматура котла.** Под понятие мелкой котельной арматуры подходят те части, служащие для надзора за котлом и регулирования его водяного пространства. Сюда относятся приспособления для наполнения и спуска, для паровых котлов—еще водомерные краны и манометры, для водогрейных котлов—термометры.

Для наполнения и спуска воды служат краны и клапаны, детали которых были описаны в запорных приспособлениях.

Кран пропускает воду без изменения ее направления, а потому представляет из себя весьма незначительное сопротивление для ее прохода. Унесенные твердые частицы обычно проходят беспрепятственно.

Спускной клапан представляет из себя клапан с дисковым уплотнением по типу клапанов Пенкинса и заставляя протекающую воду несколько видоизменить направление и сечение. Более грубые примеси обычно задерживаются; сопротивление движению довольно значительно. Он применим поэтому только для чистой воды и для повышенного давления и в первую очередь, для питания из чистого источника. Открывание производится несколькими оборотами ручки.

Иногда для наполнения и спуска применяется одно и то же устройство; во всех случаях рекомендуется, однако, их разделять, обязательно же это тогда, когда

по требованиям местной охраны, в питательный трубопровод должен быть включен возвратный клапан, препятствующий обратному поступлению воды в подводящий трубопровод.

Жесткого соединения питательного приспособления с местным водопроводом следует всегда избегать, даже в том случае, когда местные правила это разрешают. При жестком соединении в котел легко может поступать свежая вода, могущая повлечь за собой слишком быстрое образование накипи и другие неприятности. Для наполнения следует пользоваться съемным рукавом с гаечным затвором, при чем рекомендуется располагать рукав таким образом, чтобы он мешал проходу; это принудит, по окончании наивлечения, к быстрой его уборке.

Для спуска также рекомендуется предусмотреть приспособления для присоединения рукава, чтобы вытекающую воду можно было бы направить в любое место и предупредить возможность затопления кочегарки.

Когда наполнение и спуск не производится, свободный конец должен быть закрыт колпаком на цепочке для предохранения от попадания грязи.

**Водоуказательные приборы.** Для указания уровня воды при паровых котлах применяются почти исключительно водомерные трубки, нижний конец которых соединен с водяным пространством котла, а верхний конец находится под давлением пара.

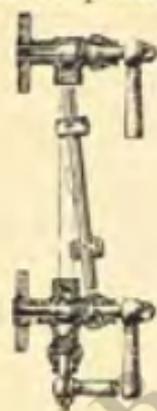
Корпуса водоуказательных приборов, соединяющие котел со стеклом, состоят, без исключения, из запорного приспособления и головки, представляющей сальник. Верхняя головка снабжена сверху, по оси стекла, отверстием, запирающимся во время работы пробкой, а нижняя головка — пробным краном (фиг. 186 и 187).

Запоры исполняются обыкновенно в виде конусных кранов с боковыми ручками. Иногда встречаются и клапаны, маховички которых располагаются перед стеклом.

Сальники, в которые вставляется стекло, должны быть выполнены особенно тщательно. Применяются почти исключительно бронзовые втулки с гаечным затвором для затягивания. Набивкой служит резиновое кольцо. Продувочным приспособлением в нижней головке служит краник, позволяющий, по снятии пробки из верхнего отверстия, протолкнуть проволокой понавшие в стекло посторонние примеси.



Фиг. 186.  
Водоуказатель со стеклом, запорными и пробным краниками.



Фиг. 187.  
Водоуказатель со стеклом, запорными и пробным краниками.



Фиг. 188. Колонка водоуказательного прибора.

Никаких других исправлений у указанных запорных приборов монтер производить не должен. Если таким способом устранить повреждения не удастся, необходимо потребовать замены приборов другими.

Нередко головки водоуказательных приборов прикрепляются к особой колонке, на которой помещаются иногда еще и остальные части мелкой арматуры. Колонка представляет из себя полый чугунный сосуд соединенный соответственными трубопроводами с водяным и паровым пространством котла (фиг. 188).

Соединение верхней головки водоуказательного прибора с паровым пространством производится чуть

повыше высшего уровня воды в котле. С другой стороны, нижняя головка присоединяется или непосредственно под нижним уровнем, или же в самой нижней точке водяного пространства котла.

У слабо нагруженных котлов с большой испарительной поверхностью указанное различное устройство не оказывает значительного влияния на указание. У котлов же с бурным парообразованием, в особенности у сильно нагруженных чугунных котлов, замечается большая разница.

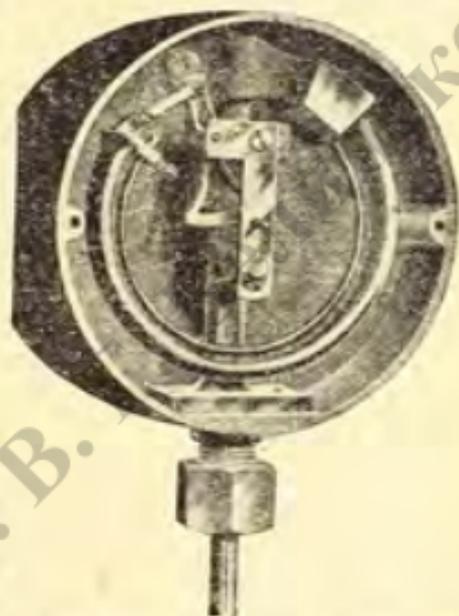
Вследствие парообразования, котел не бывает наполнен равномерной водяной средой, а наполнен смесью воды с паром, значительно более легким, нежели вода и тем легче, чем сильнее парообразование. Поэтому в каждом котле и еще более в отдельных соединенных котлах целой системы, уровень воды будет весьма неравномерным. Вода в водомерном стекле, нижняя головка которого сообщается с верхней частью водяного пространства, следует за колебаниями, происходящими вблизи места присоединения. Непokoйный уровень воды в этом месте даст неспокойное показание и в стекле. Если же головку соединить с нижней частью водяного пространства, то столб воды от места указания до места присоединения должен уравнивать вес смеси в котле. При всех нагрузках котла этот вес остается приблизительно одинаковым и показание спокойным, а уровень воды в стекле будет всегда ниже, чем в котле.

**Манометры.** Для определения давления пара каждый котел снабжается манометром. Наиболее употребителен тип с пружиной какой-либо формы и стрелкой. Давление пара действует на пружину, имеющую вид мембраны или изогнутой трубки, натяжение которой уравнивает давление. Движение пружины передается рычагами или шестеренками стрелке, которая ходит по диску, снабженному шкалой (фиг. 189 и 190).

Упругость всякой пружины меняется со временем, и тем скорее, чем чаще подвергалась она изменениям,

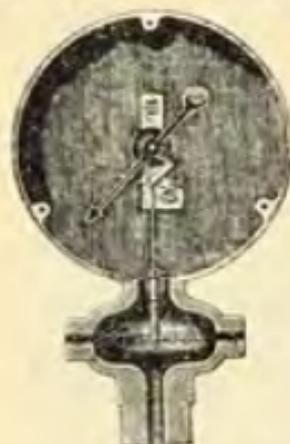
главным образом, в смысле температуры. Следовательно всякий пружинный манометр будет со временем показывать неверно; при хорошем исполнении, правильной установке и добросовестном уходе это произойдет через несколько лет. Монтер, а впоследствии и обслуживающий персонал, должны быть в состоянии, хотя бы в известных пределах, удостовериться в точности показаний манометра. Лучше всего было бы сравнить его с надежным, точно проверенным, нормальным манометром. Для случаев практики бывает уже достаточно убедиться в том, что при полном падении давления стрелка устанавливается на нуле. Для этой цели всякий манометр снабжается трехходовым краном, дающим возможность соединить его, или с паровым пространством котла, или же с наружным воздухом. Исправление неверно показывающего манометра — дело монтера; негодный инструмент должен быть заменен другим.

Продолжительность службы манометра значительно увеличивается, если не давать температуре пара воздействовать непосредственно на пружину, а включить между ними жидкость, которая и будет передавать давление. Для этой цели перед каждым манометром включается водяной мешок в форме петли или сифонной трубки (трубка Перкинса), которые никогда не опорожняются (фиг. 188). Этот запор оказывает некоторое влияние на показания манометра. Однако,



Фиг. 189. Манометр с трубчатой пружинной.

ошибка при всех давлениях приблизительно одинакова и может быть учтена уже при изготовлении, если



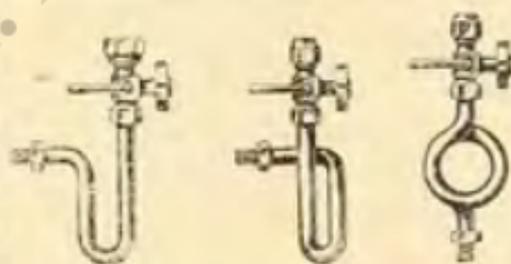
Фиг. 190. Манометр с пластичной пружиной.

только наперед известны размеры петли. Вот почему петли должны всегда доставляться заводом, изготовляющим манометры.

Совершенно нечувствительны ко времени и температуре ртутные манометры; давление у них измеряется разностью высот двух, соединенных между

собой ртутных столбов; один из этих столбов стоит под давлением внешнего воздуха, а другой под давлением пара (фиг. 192).

Поверхность ртути со стороны пара делается очень большой, а со стороны воздуха ртуть заключают в очень узкую трубку, так что каждое изменение давления вызывает сильное изменение уровня ртути со стороны воздуха и ничтожное со стороны пара. Показания со стороны воздуха бывает достаточно, чтобы судить о величине давления пара.



Фиг. 191. Сифонные трубки и петли для манометров с пробным краником и фланцем для контрольного манометра.

Указательная трубка должна изготовляться из стекла, а деления могут быть нанесены на ней или же

на установленную сзади пластинку. Давление в 0,1 ат соответствует разнице уровней в 76 мм. Чтобы не получить слишком большой строительной высоты эти манометры применяются для давлений не свыше 0,2 ат.

Латунь и бронза для ртутных манометров не применяются, так как ртуть разъедает эти металлы. Только на железо она не оказывает влияния и это последнее и применяется исключительно для их изготовления. Сосуд, сальниковое соединение для стекла, солидная коробка для вставки стекла с делением и части, соединяющие с паропроводом,—все это изготовляется только из железа.

Водяного мешка для передачи давления у этих манометров не требуется, однако, требуется установка на 0 посредством включения трехходового крана; это необходимо, чтобы проверить правильность показания, которая может измениться вследствие утечки ртути.

Лоцинувшие стекла monter может заменить, неплотные сальники слегка подтянуть или вновь набить. С другой стороны, трещины в литье исправляться не могут, так как ни один из известных способов не судит успеха: единственный путь,—это заменить поврежденную литую часть другой.

**Сигнальные свистки.** Иногда мелкая котельная арматура дополняется еще предохранительными свистками, предупреждающими о слишком низком уровне воды или слишком высоком давлении. Оба типа свистков приводятся в действие выходящим паром и отли-



Фиг. 192. Ртутный манометр.

чаются только способом присоединения к котлу, но не своей конструкцией.

Применявшиеся во время войны железные свистки оказались совершенно неудовлетворительными и без исключения заменяются теперь бронзовыми.

Свист получается вследствие удара струн пара об острый язычок, приводящий в колебательное движение весь прилегающий металл. Этот эффект получается лишь в случае достаточной остроты язычка, правильного положения колеблющихся металлических масс и достаточной скорости пар. Износа язычка, как это бывает у железа вследствие ржавчины, у бронзы опасаться нечего. Следует только обращать внимание на то, чтобы на нем не накапливалась грязь; поэтому необходима периодическая чистка; одновременно с ней следует проверить достаточно ли плотно соединены отдельные части и, в случае необходимости, подтянуть винты и т. п.

Для получения большой скорости пара необходимо иметь в наличии чистое состояние паропровода и сухой пар. Это требование предполагает не только достаточное сечение подводящей пар трубы, но и прежде всего хороший отвод воды.

Присоединение водоуказательного свистка производится помощью трубки, соединяющей пространство котла в точке, лежащей на 2—3 см ниже минимального уровня воды и проведенной на такую высоту, чтобы вода ни в коем случае не выбрасывалась давлением пара наружу. Во всяком случае место присоединения должно быть расположено так, чтобы при нормальной работе не могли войти пузырьки пара. Он охотно помещается поэтому в водоуказательной колонке, где нет образования пузырьков пара. Когда уровень воды падает ниже места присоединения, то оно открывается, вода в трубке спускается в котел и путь пара к свистку освобождается, который и устремляется туда, выходя под полным давлением, господствующем в котле.

Присоединение свистка для указания давления производится при помощи трубки такой высоты, чтобы

столб воды уравнивал бы такое давление пара, при котором требуется подача сигнала; до образования этого давления место присоединения должно быть надежно покрыто водой. Очень излюблено соединение с исходящей частью предохранительной трубы. При повышении давления пара выше допустимого предела, водяной затвор выбрасывается и путь пара к свистку освобождается.

**Термометры.** К мелкой арматуре котлов водяного отопления относятся также термометры.

Термометры со стрелками, у которых расширение твердого тела передается рычагами, или шестернями на стрелку в круглой коробке, теперь вряд ли где применяются вследствие их высокой цены и малой чувствительности. Обычно пользуются винтовым термометром, наполненным окрашенным алкоголем или думфре — ртутью (фиг. 193). Способ действия этих термометров общеизвестен и вряд ли требует здесь пояснения.

Столбик жидкости с делением заключается в латунный или чугунный корпус. Для облегчения отсчитывания, при неудачном положении, перед трубкой устанавливается иногда увеличительное стекло, увеличивающее нитку и цифры.

Стеклянный сосуд помещается в предохранительный кожух по большей части из стальной трубки, вполне предохраняющий его от повреждений и толчков. Промежуток между стеклом и оболочкой для достижения правильных указаний обязательно должен заполняться



Фиг. 193. Угловой термометр для тепло воды с втулкой, разрезанной головкой и зажимным винтом.

жидкостью, лучше всего маслом. Особенно на это следует обращать внимание при смене стеклянной части, которая легко может потребоваться вследствие поломки указательной трубочки. Неверное показание термометра, особенно медленное его реагирование на изменение температуры, обычно объясняется отсутствием этой жидкости.

Предохранительная трубка сосуда может быть опущена непосредственно в воду. Однако, при таком устройстве встречаются затруднения, если термометр должен быть сменен или удален. Поэтому в котел ввинчивают открытую с одной стороны втулку, в которую точно пригоняется предохранительная трубка и с которой она соединяется зажимным винтом. Термометр, сидящий в втулке слишком свободно, дает неверные показания, а сидящий слишком плотно, — подвержен поломке. Обработка на месте работы вряд-ли даст удовлетворительные результаты. Применение молотка или большого жара (зачеканка, заваривание пористых мест) подвергает опасности весь термометр и должно быть оставлено. Недостатки, которые не могут быть исправлены отверткой или гаечным ключом, требуют полной замены поврежденных частей.

**Гидрометры.** Гидрометр, т.е. манометр для определения уровня воды в системе водного отопления, не относится к мелкой котельной арматуре, но составляет часть всей установки и может быть заменен другими приспособлениями. Это обыкновенный манометр, снабженный делениями в метрах водяного столба и обращение с ним такое же, как и с каждым другим пружинным манометром.

Будучи манометром, он может указывать непосредственно лишь давление; это последнее зависит не только от высоты лежащего на нем водяного столба, но и от плотности и других причин, влияющих на давление, а потому он может указывать высоту уровня лишь для вполне определенного состояния. Инструмент, показывающий правильно высоту при наполнении холодной водой в спокойном состоянии при увеличении

температуры, несмотря на подъем уровня воды в расширительном сосуде, не даст большого показания и останется почти в том же положении. Если циркуляция производится насосом, то при пуске в ход насоса, гидрометр, установленный вблизи всасывающего патрубка, покажет меньшее, а соединенный с нагнетательной стороной,—большую высоту, нежели при бездействии насоса. Такое отличие не свидетельствует о недостатке гидрометра, но объясняется самой его природой.

К котельной арматуре можно отнести также регулирующие приспособления.

**Регуляторы горения.** При паровых котлах низкого давления уже незначительное превышение подвода тепла над отводом в виде пара или излучения влечет за собой сильное увеличение давления в котле. Так как за отопительными котлами обыкновенно нет постоянного надзора, то такой подъем давления должен предупреждаться автоматическими приспособлениями. Этой цели служат регуляторы горения.

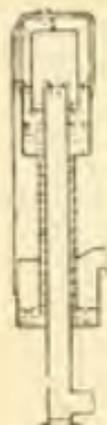
При повышении давления топку надо заглушить. Это достигается или увеличением сопротивления при подводе воздуха сгорания или в дымовых каналах, или уменьшением тяги. Регулятор должен при этом или закрывать поддувало, дымовую заслонку, или какую-нибудь другую соответствующую часть, или открыть впуск бокового воздуха, а при понижении давления—проделать обратную работу.

Изменяющееся давление пара должно вызывать движение частей, а это достигается путем воздействия на жидкость или пружину. Движение жидкости приводит непосредственно сужение сечения для прохода воздуха, или используется для приведения в действие заслонки помощью поплавка.

Один из старейших типов регуляторов с водяным уровнем—это регулятор Кейфера в предохранительной трубе. Свободное колено предохранительной трубы подводится к U-образному воздухопроводу, а уровень воды, меняющийся с давлением, открывает в большей

или меньшей степени проходное сечение для воздуха сгорания в нижнем колене.

Та же мысль была впоследствии использована во многих позднейших конструкциях и было введено еще одно усовершенствование, позволяющее изменять верхний предел регулирующего сечения, чем дана была возможность изменять рабочее давление. Регулирующая водяная поверхность, меняющаяся с давлением, помещается кольцеобразно вокруг верхней части подводящего воздухопровода, а проход воздуха вверх ограничивается переставляющимся колоколом (фиг. 194).



Фиг. 194.  
Регулятор горения для паровых котлов низкого давления с регулированием воздуха в воздухопроводе уровнем воды в предохранительной трубе и с установкой величины давления помощью переставляющегося колокола.

У многих регуляторов меняющийся с давлением уровень воды используется для приведения в движение поплавка, который воздействует непосредственно помощью троса и рычагов на заслонку поддувала или подобное ей приспособление. Изменяя длину троса, можно установить различное рабочее движение (фиг. 129).

К той же группе относятся регуляторы с ртутным наполнением, у которых вместо поплавков, находящихся в водяном затворе, применяются поплавки в ртутном затворе. Так как ртуть в 13,6 раза тяжелее воды, то при одинаковых колебаниях давления, поплавок производит в 13,6 раз меньшее движение, нежели при водяном затворе. Поэтому движение передается или непосредственно на дроссельную заслонку, или производится увеличение движения помощи передачи. Вследствие высокой цены и довольно большого количества потребной ртути, эти регуляторы изготовляются редко.

К дальнейшим приспособлениям этого рода следует отнести поплавковые регуляторы; не имея подвижных

частей, они почти не подвергаются повреждениям и, в случае поломки, могут быть исправлены простейшими средствами. Их недостаток заключается в большом занимаемом ими помещении и в дорогой цене.

Вследствие дешевизны и небольших размеров, получили большое распространение регуляторы, основанные на действии упругости материала (пружины). По большей части эти пружины выполняются в виде тонкой металлической или резиновой мембраны, помещаемой в круглой плоской коробке; на мембрану с одной стороны через водяной затвор передается давление пара, а получившееся передвижение мембраны, при помощи рычагов, передается заслонке и т. д.

Чувствительной частью этих регуляторов является мембрана. Она чувствительна не только к воздействию времени, но и температуры и даже воды. Даже при правильной установке и тщательном уходе ее, необходимо бывает сменить ее через более или менее продолжительное время (не более 2—3 лет, в зависимости от материала, из которого она сделана). Ремонт совершенно невозможен. Замена ее новой производится легко, отвернув несколько винтов.

Корпус, соединительная проводка и части, передающие движение, легко могут быть, в случае необходимости, исправлены любым слесарем.

Попытка использовать меняющуюся с давлением температуру пара встречает препятствие в незначительном температурном перепаде и в сравнительно медленной теплопередаче.

Так же, как для паровых котлов, регуляторы горения строятся и для котлов водяного отопления. В то время, как для первых хорошо работающий регулятор является необходимым условием правильной работы



Фиг. 195. Мембранный регулятор давления.

системы, для котлов водяного отопления можно обойтись и без регуляторов, вследствие медленности температурных изменений, при изменении равновесия между образованием и расходом тепла. Действи-

тельно, можно встретить много установок со сложными регуляторами, которые совершенно выключены, а топка регулируется время от времени обслуживающим персоналом и никаких вредных последствий при этом не замечается.

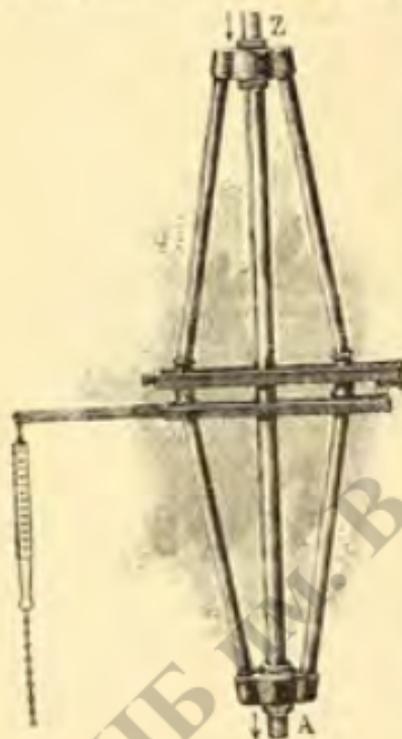
Действие регуляторов горения для котлов водяного отопления основано на расширении тела под влиянием тепла. В зависимости от характера материала, подвергающегося нагреванию, различают две главных группы: с твердыми телами расширения или с наполненными жидкостью.

У регуляторов с твердыми расширяющимися телами, два металла с различным коэффициентом расширения нагреваются до одинаковой температуры, зависящей от температуры в котле, а разница

Фиг. 196. Регулятор горения для котлов водяного отопления с запорной трубкой расширения.

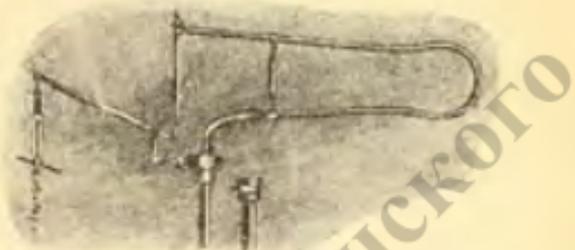
в удлинении увеличивается и соответствующей рычажной передачей переносится на заслонку поддувала.

Чаще протекающая вода нагревает только одну трубку, а сдвиг по отношению к другой части, сохраняющей температуру котельной, используется для передвижения заслонки (фиг. 196).

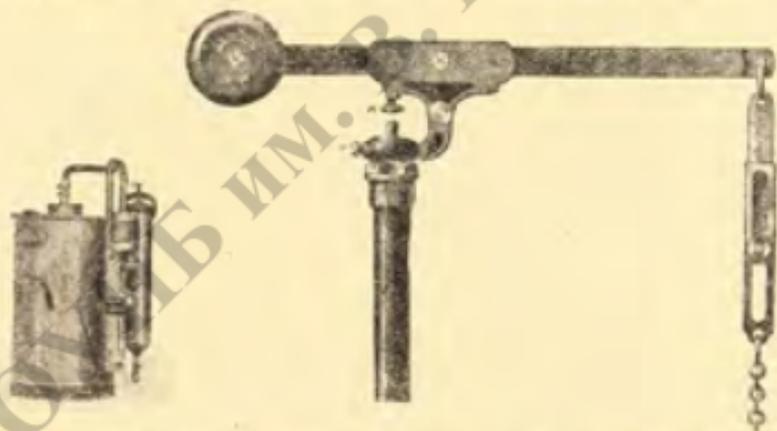


При регуляторах с жидкостным наполнением, жидкость с большим коэффициентом расширения нагревается в сосуде с упругими стенками; движение стенок передается посредством рычагов на заслонку. В качестве подвижных стенок пользуются трубчатыми пружинами, мембранами или волнистыми трубками (фиг. 197—198).

В то время, как в большинстве регуляторов с твердым телом расширения вода протекает через них и их необходимо включать поэтому в общую систему цир-



Фиг. 197. Регулятор горения для котлов водяного отопления с пружинящей трубкой, наполненной жидкостью.



Фиг. 198. Регулятор горения „Самсон“ с волнистой трубкой, наполненной жидкостью.

куляции воды, все жидкостные регуляторы имеют погружаемое в воду тело, позволяющее поместить их непосредственно в водяное пространство котла. Трубопровод для присоединения поэтому совершенно отпа-

дает. Так как эти регуляторы, кроме того, довольно малы и дешевы, то они и получили в последние годы очень большое распространение.

Не представляется возможности описать все выпущенные на рынок типы регуляторов. Как только монтеру придется устанавливать незнакомый ему прибор, необходимо затребовать присылки детального чертежа с описанием и специальной инструкцией для монтажа.

Регуляторы с твердым телом расширения мало чувствительны к повреждениям и в случае поломки могут быть исправлены мало-мальски опытным слесарем.

При жидкостных регуляторах исправить часть, в которой помещена жидкость, невозможно, так как всякая поломка, всякая малейшая трещина влечет за собой утечку жидкости.

Исправление частей, передающих движение на заслонку, выполняется без особых трудов.

**Регуляторы температуры.** Хорошо действующий регулятор к котлу для водяного отопления должен быть таков, чтобы при изменении температуры на несколько градусов, напр.,  $5^{\circ}$ , передвинуть заслонку поддувала на полную величину ее хода.

В виду того, что водяное отопление работает с начальной температурой от  $40^{\circ}$  до  $90^{\circ}$ , одно плечо рычага, действующее на заслонку, должно было бы совершать приблизительно в 10 раз больший путь в сравнении с передвижением, совершаемым рычагом, переставляющим поддувало. Такой большой передачи нет наверное ни у одного из покупных регуляторов; отсюда понятно, почему они обыкновенно бывают выключены и регулирование тонки производится от руки перестановкой шибера или поддувала.

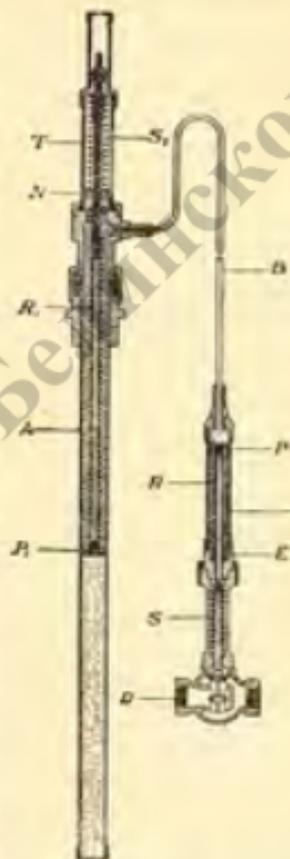
Передвижение регуляторов давления и температуры при нагревании паром, водой или горячим воздухом может быть использовано для установки регулирующих клапаном, заслонок и т. п. Следует особо упомянуть одну конструкцию регулятора температуры,

у которой расширение жидкости через тонкую, обыкновенно медную трубочку, воздействует на тело расширения, помещенное в корпусе клапана и клапан прижимается к седлу непосредственно без всякого сальника (фиг. 199). Для установки различной температуры в пустотелый расширительный сосуд вдавливается при помощи ручки, положение которой видно на шайбе со шкалой, особый регулятор, чем и достигается полное закрытие клапана при определенной температуре.

При превышении температуры, при которой всякое дальнейшее подведение тепла должно быть приостановлено, жесткое соединение между телом расширения и клапаном вызвало бы опасное давление в первом из них, а это вызвало бы постоянное изменение формы или даже поломку. Поэтому между обоями частями вставляется сильная пружина, ограничивающая максимальное давление.

Изменений и исправлений всякого рода с такими регуляторами температуры на месте стройки ни в коем случае производить не следует. Для установки надо всегда требовать специальных указаний.

Остальные составные части отопительных установок. При больших установках обслуживание и надзор значительно облегчаются, если все регулирующие приспособления, по крайней мере те, которые обслуживая различные части, служат одной и той же цели,



Фиг. 199. Регулятор температуры для парового или водяного отопления.

собраны в одном месте и расположены таким образом, что их можно окинуть одним взором. Приборы для производства измерений и перестановок на расстоянии, сборка которых не относится к монтажу отопительных устройств, всегда собирается на одной распределительной доске.

Такое соединение целесообразно, однако, и для простых запорных приспособлений. Для этой цели устанавливается специальный распределитель (сборник, коллектор), на котором и укрепляется ряд запорных приборов.

Распределитель это не что иное, как ряд отводов трубопроводов, собранных в одно целое. Они располагаются в один или несколько рядов.

Чтобы поставить все отводы приблизительно в равные условия работы и избежать значительной разницы в скоростях при выходе, цилиндр распределителя делается большего диаметра. Диаметр отводов за редкими исключениями делается таким же, как и у присоединенного к ним трубопровода. Длина определяется положением сборного цилиндра (трубы) и высотой, требующейся для обслуживания насаженных запорных приборов.

Патрубки длиной менее 100 мм выполняются редко, в виду трудности свинчивания фланцев. Промежутки между отводами выбираются с таким расчетом, чтобы между маховичками приборов оставалось еще достаточно места для их обслуживания. По возможности, этот промежуток повсюду делается равным.

Обработка уплотняющих поверхностей фланцев сильно облегчается, если все отводы сделаны одной длины. Такое выполнение, поэтому, сильно распространено. При отводах с различными диаметрами, маховички клапанов располагаются на различной высоте. Чтобы придать всему устройству более или менее привлекательный вид—на это следует обращать внимание даже в мелких установках—надо отводы располагать таким образом, чтобы они уменьшались

от середины к обоим краям или от одного края к другому. Расположить таким образом отдельные трубопроводы бывает иногда очень затруднительно; но этой работы не следует пугаться, так как иначе вид центрального обслуживающего узла получится очень некрасивый.

Затруднения в расположении труб можно иногда избежать, пожертвовав легкостью обработки сборника; патрубки в таком случае делаются различной длины, а именно: для малых отводов — длиннее, так, чтобы середины клапанов или задвижек приходились на одной высоте.

Если у малых запорных приборов удлинить еще шпинделя так, чтобы маховички в закрытом положении расположились в одной плоскости, то вид устройства получается довольно красивый и обслуживающий персонал сразу видит, какая из линий открыта или закрыта.

Сборники в прежнее время делались исключительно литыми и из того же материала, из которого отливалась арматура, т. е. из чугуна или из стального литья. С тех пор как техника автогенной сварки сделала такие большие успехи, они часто свариваются из труб. Фланцы в таком случае навальцовываются на трубы.

У литых сборников изменение размеров патрубков совершенно невозможно, между тем как у сваренных, в случае необходимости, их можно переделать на месте постройки.

Остальные работы, как устранение неплотностей, трещин и т. п., производятся теми же способами, какими описаны для трубопроводов.

Укрепление сборников производится хомутами, кронштейнами или при помощи особых ножек, которые приспособляются к местным условиям. Трубчатые опорные колонки могут служить и трубопроводом, напр., для отвода конденсата от паросборника, для чего они снабжаются специальными опорными фланцами, не служащими для соединения труб.

При водяном отоплении для помещения излишка воды, получающегося от расширения нагреваемой воды и не помещающегося в трубопроводах, устанавливаются специальные расширительные сосуды. При высокой температуре воды они бывают наполнены, а при охлаждении их, содержимое поступает обратно в трубопровод.

Способ соединения расширителя с остальной системой должен быть ясно виден из монтажного чертежа. Он определяется не только техническими соображениями, но и предписаниями властей, каковые бывают в различных местах различными и со временем меняются.

Расширители небольших размеров состоят из цилиндрического резервуара с глухими днами, сообщаемого с наружным воздухом переполненной трубкой (фиг. 200). Изготовление и обращение с этими сосудами такое же, как и с железными котлами низкого давления. В зависимости от местных условий их делают горизонтальными или вертикальными, в точности согласно указаниям монтажного чертежа.

Неполненные в таком виде большие расширители оказываются слишком дорогими. Поэтому предпочитают открытые резервуары с плоскими стенками, с наложенной или привинченной крышкой и с люками. При очень больших размерах, чтобы не получать слишком большой толщины стенок, весь резервуар снабжается жесткими креплениями из фасонного железа, к которым листы приклепываются или привариваются.

Все сказанное относительно изготовления и обращения с железными котлами относится и сюда.

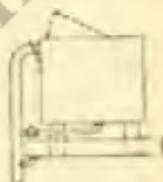
Расширительные сосуды, по характеру своего назначения, постоянно подвергаются периодическому наполнению то воздухом, то водой. Они подвергаются поэтому особо большой опасности покрыться ржавчиной. Необходимо тщательно наблюдать за тем, чтобы открытые сосуды перед наполнением системы водой были окрашены внутри специальной краской против ржавчины, а закрытые оцинкованы.

При открытых сосудах не исключается возможность такого случая, что переполнительная трубка не будет полностью отводить прибывающую воду, которая будет поэтому переливаться через край. Кроме того, большие резервуары легко „потеют“, т.-е. на них осаждается вода, выделяющаяся из воздуха при его охлаждении. Чтобы без помех отвести эту



Фиг. 200.  
Небольшой расширительный сосуд с глухими днищами.

воду, сосуд устанавливается над специальным корытом, края которого выдаются над краями сосуда, примерно на 100 мм; боковые стенки корыта делаются высотой около 100 мм (фиг. 201); оно соединено специальной трубкой с переливной трубой сосуда. Дно расширительного сосуда помещается при помощи подпорок несколько выше верхних краев корыта; все трубопроводы располагаются над этими краями, так что сквозь стенки корыта проходов нигде не делается.



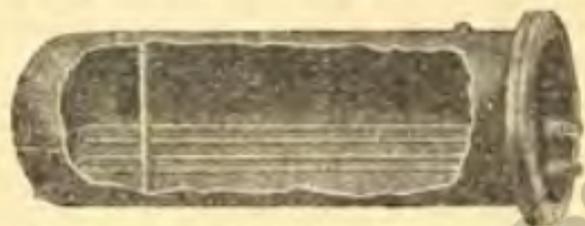
Фиг. 201.  
Большой прямоугольный расширительный сосуд с корытом.

В больших установках, особенно при районном отоплении, когда в систему включено несколько зданий, не всегда бывает возможно отводить воздух через открытый сосуд. В таких случаях бывает необходимо устанавливать специальные воздухоборники, из которых воздух удаляется обслуживающим персоналом через специальные воздушные краны или же самостоятельно через автоматические воздухоотводчики.

Воздухоборники изготавливаются обыкновенно в виду круглых цилиндрических сосудов по образцу небольших расширительных сосудов. При обслуживании от руки достаточно бывает глухих днищ. Если же имеется автоматический отвод воздуха, то необходимо предусмотреть или съемную крышку с плотным фланцевым соединением, или же в подходящем месте специаль-

ный, плотно запирающийся лаз, через который открывается доступ для монтажа и надзора за клапаном и распределительным механизмом.

Определить, какое давление должен выдерживать воздухоотборник, можно только при хорошем знакомстве со всей системой, ее расположении по высоте и распределении давления при работе насосов, или же произведя непосредственно измерения во время



Фиг. 202. Бойлер с крышкой и вставленным змеевиком.

работы. Одно расположение по высоте не дает еще верной картины.

У паровых котлов низкого давления, которые питаются конденсацион-

ной водой толчками, необходимо бывает, во избежание слишком больших колебаний уровня воды, искусственно увеличивать их водяное пространство. Для этой цели служат выравнивающие сосуды. Они имеют вид закрытых резервуаров и устанавливаются таким образом, чтобы их максимальное сечение лежало на высоте среднего уровня воды, верхняя часть сообщалась бы с паровым пространством, а нижняя — с водяным пространством котла.

Эти резервуары представляют из себя составную часть котла и обращаться с ними следует точно также, как и с паровыми котлами низкого давления.

Очень подходят на железные котлы для водяного отопления сборники для горячего водоснабжения, иначе называемые также „бойлерами“. Они отличаются от вышеуказанных котлов прежде всего тем, что содержащаяся в них вода постоянно заменяется свежей и холодной, которая подогревается паровыми или водяными отопительными приспособлениями, реже — непосредственной топкой. Рабочее давление зависит от способа питания. При пользовании открытыми

сосудами с автоматическими поплавковыми клапанами, применение которых для этой цели, во многих городах официально предписывается, давление в сосуде никогда не должно превышать веса водяного столба до этого сосуда. При непосредственном присоединении к городскому водопроводу, рабочее давление в сосуде естественно равно давлению в водопроводе.

Продолжительное возобновление воды влечет за собой сильное образование накипи, при чем накипь прежде всего отлагается на нагревательной поверх-



Фиг. 203. Бойлер с люком для чистки и двойной рубашкой.



Фиг. 204. Бойлер с горловиной и небольшой крышкой для чистки.

ности. Для ее удаления или выдвигается внутренность бойлера после снятия крышки, или ее делают доступной, установив один или несколько люков (фиг. 201, 203 и 204).

В качестве поверхности нагрева для подогревания воды можно использовать непосредственно наружную поверхность сосуда. Для этой цели бойлер вставляется в другой цилиндр, а в образовавшееся между ними пространство впускается пар или горячая вода. Поверхность нагрева связана в таком случае с бойлером и для чистки ее рабочий должен влезать внутрь сосуда (фиг. 203).

Во многих случаях бывает выгоднее помещать внутри сосуда специальные отопительные приспособления в виде змеевиков, регистров, плит, двойных труб, радиаторов и проч. и соединять их через стенку с подводящим и отводящим трубопроводами. Для вставки этих отопительных приборов необходимо предусмотреть достаточно большее запирающееся отвер-

стие, которым можно пользоваться и для чистки. Часто бывает выгодно совершенно вынимать из бойлера отопительный прибор.

Иногда поверхность нагрева соединяется только с крышкой, служащей для чистки и при открытии ее сразу же может быть вынута. Очистка при этой конструкции производится очень легко, а соединение труб с сосудами легко контролируется. При сборке замечаются иногда затруднения, так как правильность положения поверхности нагрева не может быть проверена и часто наблюдались перебои в работе, вызванные образованием мешков в трубах, внутри сосуда.

Этого недостатка можно избежать, пропустив трубы через стенку и предусмотрев легко разнимающееся соединение вблизи входного отверстия. Нагревательный прибор получает правильное положение и плотное соединение в то время, когда внутреннее пространство еще доступно обозрению; закрытие производится лишь после того, как все чувствительные к сдвигу части совершенно собраны.

При очень больших бойлерах рекомендуется пользоваться для чистки не отверстием для вставки прибора, а специальным люком с крышкой, примерно в середине оболочки, для того, чтобы рабочему не приходилось при чистке производить разборку.

В то время, как у малых бойлеров очень удобно отвинчивать целиком все дно, при больших диаметрах сосудов это бывает во время эксплуатации затруднительно. Бывает почти невозможным сохранять в течение продолжительного времени плотность такой крышки, вследствие неравномерного нагревания. Несмотря на частые подтягивания болтов, фланцевые соединения текут. Лучше поэтому пользоваться глухим дном в выступающей горловинной диаметром около 600 мм с привертываемой крышкой (фиг. 201). Этого отверстия обыкновенно бывает достаточно для ввода поверхности нагрева, а упругость дна обеспечивает продолжительную плотность соединения.

Для предохранения против ржавчины, сосуды часто доставляются оцинкованными. Чтобы такая оболочка была действительно полезной необходимо, чтобы она оставалась неповрежденной. Оцинковка производится поэтому после изготовления сосуда, путем опускания его в цинковую ванну, принимая при этом всевозможные меры предосторожности. Всякая дальнейшая обработка, особенно сильное нагревание может повредить оцинковку и сделать ее недействительной. По этой причине с оцинкованными сосудами не рекомендуется производить каких-либо переделок, особенно же способом сварки.

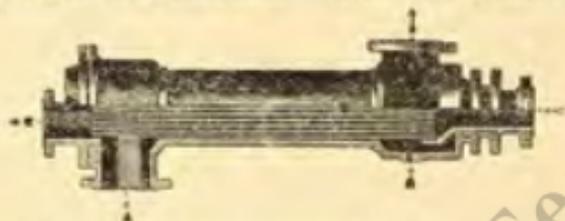
Неизбежные колебания температуры, вследствие различия в расширении железа и цинка, также действует разрушающим образом на оцинковку. Через короткий промежуток времени образуются мелкие трещины, появляются местные слабые гальванические токи, которые очень быстро вдекут за собою распад цинка; в таком случае бывает необходимо произвести окраску подходящим лаком, которую следует регулярно возобновлять, примерно через каждые 1—2 года. Рекомендуется даже производить подобную окраску и при новых бойлерах. Лаки достаточной сопротивляемости уже давно, и в широком масштабе применяются на пивоваренных заводах.

**Противоструйные аппараты.** Для очень большой передачи тепла от воды или пара воде, строятся специальные противоструйные аппараты, позволяющие в небольшом пространстве поместить большие поверхности нагрева. Как показывает само название, отапливаемая среда течет здесь навстречу нагреваемой.

Во всех конструкциях подобного рода поверхность нагрева состоит из ряда сравнительно тонких, расположенных параллельно трубок медных, латунных или стальных. При удлиненной форме бойлера трубы завальцовываются в конечные решетки, закрывающие чугунный или железный цилиндр и образующие, в свою очередь, днища особых привертываемых камер.

Пар или горячая вода течет по трубкам в одном направлении, а нагреваемая вода движется в цилиндре в обратном направлении.

Так как трубы расширяются иначе нежели оболочка, то одна решетка, в случае прямых труб, должна быть сделана подвижной. Для ее уплотне-



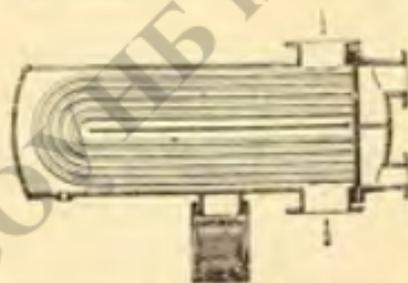
Фиг. 205. Противоструйный аппарат с прямыми нагревательными трубками и подвижной трубчатой стенкой.

ния применялись различные способы исполнения, давшие удовлетворительные результаты только при незначительной разнице температур. В случаях, когда эта внешняя форма оставалась обязательной, стали применять, при

большей разнице температуры, вместо прямых гладких труб — спиральные переносящие любое перемещение днищ. Эта конструкция требует очень тонких, узких труб и, при равной поверхности нагрева, больших диаметров аппаратов (фиг. 206).



Фиг. 206. Противоструйный аппарат со спиральными нагревательными трубками.



Фиг. 207. Противоструйный аппарат с U-образно изогнутыми трубками и разделенной камерой.

Совершенно устраняются эти трудности у аппаратов с трубами, изогнутыми в виде шпильки (фиг. 207). Оба конца труб закреплены в общей стенке; приста-

вленная камера разделяется на две части; впуск нагревающей среды производится вверху камеры, а выпуск внизу. Сам цилиндр разделяется пополам перегородкой, укрепленной в трубчатой стенке таким образом, чтобы осуществить противоток.

При быстром возобновлении протекающей воды между трубками может отлагаться накипь. Для очистки необходимо весь пучок труб вынуть из цилиндра и отбить накипь зубилом. При этом возможны повреждения в местах развальцовки труб.

Такие неплотности монтаж может легко устранить на месте. Другого рода исправлений предпринимать он не должен.

Относительно способа установки и соединения с трубопроводом должны быть даны точные указания в монтажном чертеже или в специальной инструкции.

**Центробежные вентиляторы.** Необходимо сказать еще несколько слов о машинах, составляющих иногда неотъемлемую принадлежность отопительной установки, а именно, про вентиляторы и насосы с их приводами.

У винтовых вентиляторов воздух передвигается в прямом направлении рядом крыльев, укрепленных наискось во втулке. Перемены направления в движении воздуха внутри такого вентилятора не происходит (фиг. 208). Обод, окаймляющий крылья, служит для направления воздуха и для прикрепления прибора к стене. К ободу прикрепляется крестовина, служащая опорой для вала, а иногда и для прикрепления электромотора. Винтовые вентиляторы работают лишь против небольшого сопротивления. Однако, ими охотно пользуются вследствие незначительного занимаемого ими места, несмотря на их плохой коэффициент полезного действия.

У центробежных вентиляторов для передвижения воздуха пользуются центробежной силой воздуха, получающейся вследствие вращения колеса (фиг. 209). Колесо такого вентилятора состоит из прямой, или для лучшего направления, из конусовидной плиты,

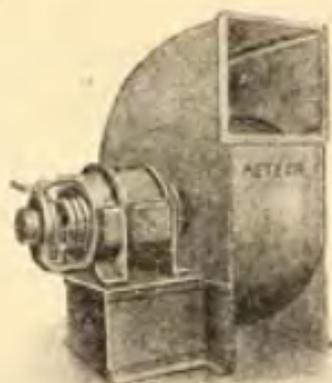
на которой укреплены параллельно оси прямые или выпуклые лопатки. Колесо центробежного вентилятора, находящееся и вращаемое так же, как и у винтового, может нагнетать воздух в помещение, в котором он находится, без осо-



Фиг. 208. Винтовой вентилятор. Различная форма крыльев, обода, крестовины и непосредственное соединение с электромотором.



Фиг. 209. Колесо центробежного вентилятора.

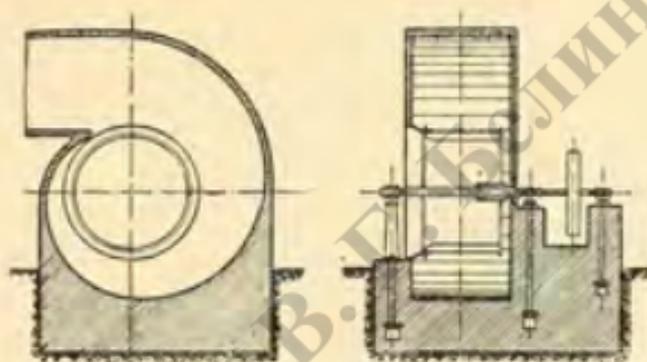


Фиг. 210. Центробежный вентилятор „Метеор“ с железным кожухом и непосредственно соединенным с ним электромотором.

бого кожуха или же оно помещается в улиткообразном кожухе с боковым выходным отверстием, к которому может быть присоединен железный воздуховод или канал из другого строительного материала (фиг. 210).

Центробежные вентиляторы приспособлены для гораздо большего давления, чем винтовые, имеют гораздо лучший коэффициент полезного действия, но для одинаковой производительности получаются гораздо больше и потому стоят дороже, чем винтовые.

Материалом для колес служит чугун и листовое железо. Лопатки для новейших моделей почти исключительно штампуются на особых машинах, между тем как раньше для этого пользовались прямыми, наре-



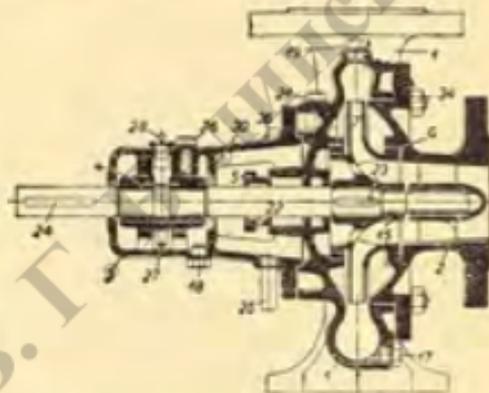
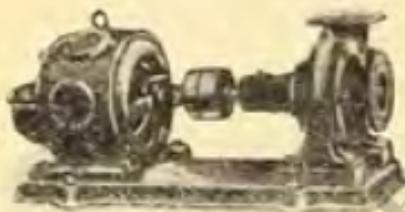
Фиг. 211. Бетонное основание для центробежного вентилятора „Метеор“.

занными из листов полосами. Кожух центробежных вентиляторов обычно изготавливается из листового железа, скрепленного для жесткости фасонным железом (фиг. 210); в других случаях, когда требуется полная бесшумность работы, кожух может быть изготовлен на месте из железобетона (фиг. 211).

**Центробежные насосы.** Для принудительной циркуляции воды в очень больших системах водяного отопления охотно пользуются теперь специальными насосами (фиг. 212). Подобно центробежным вентиляторам, вышеуказанные насосы работают в специальных кожухах и по тому же принципу. Колесо вместе с лопатками изготавливается или целиком из чугуна, или же частично из бронзы. Кожух всегда чугунный.

Тщательная обработка и пригонка частей, — необходимое условие хорошей работы этих машин. Для определения размера недостаточно знать диаметр входного отверстия, а необходимо выяснить производительность, сопротивление и допустимое число оборотов.

Подшипники этих машин снабжаются обычно длинными вкладышами: чугунными или бронзовыми при небольшом числе оборотов и из белого металла при значительном числе оборотов. Рекомендуется приме-



Фиг. 212. Центробежный насос. Насос вместе с непосредственно с ним соединенным электромотором, установлен на общей фундаментной плите.

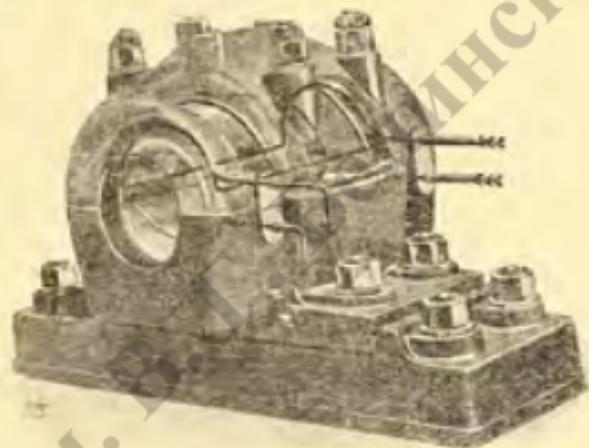
нять кольцевую смазку, как не требующую внимательного ухода. При очень высокой температуре и при очень большом числе оборотов пользуются водяным охлаждением (фиг. 213).

Значительно лучше будут шариковые подшипники, но они вследствие высокой цены устанавливаются довольно редко. Их сопротивление минимально, а требование ухода еще меньше, чем при кольцевой смазке.

При приеме всех этих машин монтер должен убедиться, что не имеется никаких поломок. Особенно чувствительны к поломкам во время транспорта крестовины винтовых вентиляторов. Вал вентилятора должен совершенно свободно вращаться в подшипниках, а при значительном толчке должен в течение

продолжительного времени продолжать вращение, лишь постепенно замедляя скорость.

Перед пуском машины в ход необходимо еще раз основательно прочистить все части, особенно подшипники, смазать их в достаточной мере и лишь после этого пустить ее в ход. В течение первого получаса монтер должен все время наблюдать за ходом машины, особенно за неравномерностями, ударами, шумом и проч., и смотреть не греются ли подшипники. Если температура подшипников у вентиляторов повышается свыше  $40-50^{\circ}$ , а у насосов значительно выше температуры воды, то работу следует немедленно приостановить и, если



Фиг. 213. Подшипник с кольцевой смазкой и водяным охлаждением для вентилятора „Метеор“.

смазка в порядке и постороннего тела в подшипнике не имеется, вновь пустить машину в ход лишь в присутствии представителя фирмы, поставившей ее. Если после получасовой работы в машине никаких дефектов не замечается, монтер может приступить к другим работам, но через известные промежутки времени он должен все-таки проверять подшипники и, если потребуется, приостановить работу. Лишь после многочасовой бесперебойной работы машины можно быть уверенным, что она в порядке.

Все эти машины приводятся в движение или от имеющейся трансмиссии, посредством ременной пере-

дачи, или от непосредственно с ними соединенного электромотора, или, наконец, от небольшой паровой турбины. В случае ременной передачи следует иметь в виду натяжение ремня и обратить внимание на достаточную величину подшипников и надежное укрепление машины. Размеры шкива определяются числом оборотов машины и трансмиссионного вала, а также диаметров ведущего шкива. Всегда следует обращать внимание на то, чтобы шкива лежали в одной плоскости.

При непосредственном приводе машина и мотор устанавливаются на общей фундаментной плите (фиг. 211) или же, как это бывает у винтовых вентиляторов, электромотор укрепляется на крестовине (фиг. 208). Изготовление фундаментной плиты и установка на ней мотора обыкновенно производится на заводе, изготовляющем вентилятор или насос. Сборка в другом месте может легко вызвать недоразумения, так как в случае неполадки нет возможности с уверенностью выяснить причину.

Несмотря на наличие общей фундаментной плиты, соединение между машиной и мотором должно быть всегда эластичным, так как износ подшипников может вызвать небольшие перемещения, которые при совершенно жестком соединении, могут повлечь за собой повреждения. Соединения посредством частей, хотя и подвижных относительно друг друга, но соприкасающихся металлическими поверхностями, здесь неприменимы; они производят неприятный шум, слышимый во всем помещении.

Присоединение паровой турбины к трубопроводу свободно может быть выполнено монтером по отпущению, согласно указаний машиностроительного завода; соединение же с электромотором, даже при наличии подробной схемы не его дело и всегда должно производиться электромонтером.

Никаких переделок у этих машин монтер производить не должен. Замену частей он может производить только согласно точной монтажной инструкции и то лишь таких частей, которые должны быть обра-

ботаны для пригонки к частям отопления. К его обязанностям относится еще набивка сальников, а также чистка и смазка подшипников; к его обязанностям не относится пришабривание вкладышей, подшипников и пригонка шеек валов.

**Нагреватели воздуха.** Следует еще упомянуть о соединении вентилятора с отопительным прибором; эта комбинация часто теперь применяется для нагревания воздуха и принудительного его перемещения. Наблюдения показали, что теплопередача от поверхностей нагрева значительно увеличивается если дать протекающему воздуху значительную скорость; это обстоятельство побудило строить отопительные приборы с очень узкими сечениями для прохода воздуха, а воздух прогонять через них с большой скоростью помощью вентиляторов.

Раньше для этой цели применялись, благодаря своему незначительному сопротивлению, трубчатые котлы (митральезы), через трубки которых протекал воздух; по американскому образцу строили также регистры, трубы которых омывались воздухом снаружи; в настоящее же время из отопительных приборов с гладкой поверхностью в ходу радиаторы или им подобные приборы, но в значительно большей степени — ребристые аппараты.

Среди ребристых воздушнонагревательных приборов различают две главных группы: приборы, составленные из отдельных ребристых труб с узкорасставленными ребрами и приборы, у которых ряд труб снабжен сквозными ребрами прямоугольной формы.

В первом случае прибор состоит из 4—6 рядов труб, сдвинутых относительно друг друга, легко составляется из отдельных частей и может, в зависимости от обстоятельств, изменяться.

Конструкция приборов второй группы, пластинчатых калориферов, значительно более плоская и обладает меньшим сопротивлением; они не поддаются, однако, изменению и значительно дороже, так как требуют специального способа обработки.

Кроме указанных двух частей, к воздухонагревательной установке относится еще промежуточная часть, соединяющая отопительный прибор с всасывающим или нагнетательным отверстием вентилятора; она изготовляется из листового железа и, в зависимости от местных условий, бывает различного вида, но во всяком случае должна быть абсолютно воздухо- непроницаемой.

На рынок выпускается такое огромное количество всевозможных материалов и инструментов для отопления, что описать их все не представляется возможным. На основании вышеприведенных описаний, всегда возможно установить существенные особенности приборов иной конструкции, испытать и обслуживать их. Совершенно естественно, что книга никогда не в состоянии заменить практического опыта. Если нам удалось помочь начинающему ознакомиться с этим предметом, мы будем считать цель этой главы выполненной.

Сборка монтером отдельных частей всей отопительной установки описана во второй части.

## ЧАСТЬ II.

### I. Необходимые, первоначальные понятия из техники и физики.

Необходимость точных понятий о явлениях. При производстве монтажа отопительных установок часто можно наблюдать, что у производящих работу лиц имеются совершенно неясные и даже превратные понятия об основных, происходящих в системе, явлениях. Это приводит к тому, что делаются предложения совершенно не соответствующие цели и приводятся даже иногда в исполнение, в результате чего система, по окончании монтажа, не может правильно функционировать.

При объяснении явлений природы и различных факторов, влияющих на достижение намеченной цели, неоднократно выяснялось, что главная причина ошибок заключается в том, что под одним и тем же названием понимались совершенно различные вещи или для одинаковых понятий выбирались другие названия. Даже относительно самых обыденных явлений имеются неясные представления и это должно быть устранимо в первую очередь.

Прежде всего мы опишем, поэтому, все меры и веса, имеющие значение для отечественной техники, а затем, в общедоступном изложении, те из физических явлений, знание которых безусловно необходимо для ясного представления о способе работы отечественных установок. Нет нужды касаться при этом таких тонкостей в понятиях, которые в настоящее время являются может быть, еще предметом споров среди ученых. Для техники это не имеет значения. Это противоречило бы также цели настоящей книжки, если бы мы стали приводить цифровые выражения, требующие вычислений необходимых величин. Здесь будет изложено лишь самое основное и простое; производить же вычисления—дело инженера.

Мерой длины служит метр (*м*). Мера это получилась в свое время от условного деления предполагавшейся длины окружности земного шара по экватору на 40 000 частей. На основании произведенных измерений был изготовлен из платины „нормальный метр“, хранящийся в Париже. Все государства, установившие у себя метрическую систему мер, изготовили для себя копию такого метра. Впоследствии, однако, оказалось, что измерения земной поверхности были произведены неточно. Во избежание всех возможных недоразумений и затруднений было решено отказаться от принятого вначале условного понятия метра, а установленную единицу меры длины сохранить, объявив длиной метр, хранящийся в Париже.

Сотая часть метра называется сантиметром (*см*), а тысячная часть—миллиметром (*мм*).

В прежнее время почти повсеместно счет велся в футах и дюймах. Каждая страна имела свои собственные меры, не на много, правда, отличавшиеся от подобных же мер другой страны, но нигде твердо и точно установленных „нормальных мер“ не было. Большинство из этих мер заменены в настоящее время метрами. Сохранился только английский дюйм; им еще и сейчас пользуются в Германии, СССР и других странах для обозначения размеров железных труб.

Для определения размеров площадей сравнивают их величину с величиной квадрата, каждая сторона которого равняется единицы меры длины. Говорят, например, площадь равна 12 квадратным метрам (*кв. м* или  $\text{м}^2$ ); это значит, что она в 12 раз больше такого квадрата, сторона которого равна одному метру. Соответственно говорят о квадратном сантиметре (*кв. см* или  $\text{см}^2$ ) и о квадратном миллиметре (*кв. мм* или  $\text{мм}^2$ ). Длина стороны 1 *кв. м* равна 1 *м* или 100 *см*, а следовательно  $1 \text{ кв. м} = 100 \times 100 = 10\,000 \text{ кв. см}$ . Точно так же  $1 \text{ кв. см} = 10 \times 10 = 100 \text{ кв. мм}$ .

При измерении объемов пользуются сравнением с кубом, длина ребра которого равна единице меры длины. Говорят о кубическом метре (*куб. м* или  $\text{м}^3$ ), о кубическом сантиметре (*куб. см* или  $\text{см}^3$ ) и о кубическом миллиметре (*куб. мм* или  $\text{мм}^3$ ). Для объема кубика с длиной ребра в 10 *см* имеется также особо название — „литр“ (*л*). Объем одного литра равняется  $10 \times 10 \times 10 = 1\,000 \text{ куб. см}$ .

Сочетание мер объема с очень распространенным в природе веществом водой дает единицу веса. 1 *куб. см* совершенно чистой воды, при определенной температуре, весит 1 *г*, а вес 1 *л*, т. е. в тысячу раз больший вес, называется килограммом (*кг*). Для всех технических целей им пользуются как единицей веса. 1 фунт (германский) составляет  $\frac{1}{2} \text{ кг}$  <sup>1)</sup>, 1 центнер = 50 *кг*, 1 тонна (*т*) = 1 000 *кг*.

<sup>1)</sup> Один русский фунт — 0,4 *кг*.

Внешние воздействия, влияющие на движение тел, называются силами. Все силы сравниваются с весом 1 кг, т.-е. с тем давлением, которое производит 1 кг, по направлению к центру земли, на находящееся в покое тело. Для обозначения величины силы пользуются также названием килограмма. Возьмем какой-нибудь предмет весом в 1 кг и свободно подвесим его к весам; тогда для уравнивания сил с которой он тянет один конец коромысла весов, необходимо подвесить к другому концу груз, весом также в 1 кг. Если мы теперь под наш предмет поставим сосуд с водой таким образом, чтобы он целиком погрузился в воду, то мы заметим, что для сохранения равновесия, груз в 1 кг на другой стороне коромысла слишком велик. Получается впечатление, что предмет потерял в весе. На самом же деле вода давит на предмет с силой в обратную сторону и на величину, на которую тело как-будто бы стало легче. Точными измерениями было установлено, что тело погруженное в жидкость, теряет в своем весе ровно столько, сколько весит жидкость в объеме этого тела.

Если давление жидкости воды на тело будет больше веса самого тела, то последнее частично приподнимается над уровнем воды. Кусочек дерева, который легче равного ему объема воды, не остается на дне, а всплывает.

Отсюда легко предположить, что по той же причине, хорошо наполненный легким газом воздушный шар не остается у поверхности земли, а поднимается вверх так как будет испытывать со стороны окружающего его воздуха давление снизу вверх. Необходимым условием для этого должно быть наличие и у воздуха определенного веса. Ощутить непосредственно этот вес нам, однако, не удастся, так как, если мы пожелаем выделить часть воздуха, чтобы его свесить, то от окружающего воздуха он будет испытывать давление снизу вверх и получится впечатление, что никаким весом воздух не обладает. Этот вес может быть выявлен в полной мере лишь в безвоздушном

пространстве. Действительно, многочисленными опытами удалось установить, что 1 куб. м сухого воздуха, при среднем барометрическом давлении и при температуре тающего льда, весит 1,293 кг.

Если воздух имеет вес, то он должен давить на земную поверхность с силой, равной в точности его весу. Для равных поверхностей, находящихся на одной и той же высоте эта сила будет почти равна; разница будет ничтожная. Сила с которой воздух давит на единицу поверхности, называется удельным давлением или просто давлением воздуха. Оно меняется в зависимости от состояния погоды и в среднем может быть принято в 10000 кг на 1 кв. м и 1 кг на 1 кв. см. Это давление называется также давлением 1 ат. Всякое другое, большее или меньшее, давление сравнивается с этой единицей давления. Пар давлением в 5 ат давит на поверхность с силой в 5 раз большей, нежели воздух. Пар с давлением, равным воздушному, давит с силой 1 ат. Измерить непосредственно это давление однако, нельзя, так как оно только уравнивает давление воздуха. Измерительными инструментами может быть указан лишь избыток давления; поэтому в технике считают, обыкновенно, не настоящее, так называемое „абсолютное“ давление, а избыточное.

Давление атмосферы равно 1 кг/кв. см или равно весу 1 л воды, давящей на 1 кв. см. Если 1 л воды поместить на поверхности в 1 кв. см, то получим водяной столб, высотой в 10 м. Поэтому говорят, что давление одной атмосферы равно давлению столба воды высотой в 10 м и считают всякое давление по водяному столбу такой высоты, какая достаточна, чтобы уравновесить данное давление.

Если к телу приложено несколько сил, действие которых взаимно уничтожается, то говорят, что силы находятся в равновесии. Наличие, хотя бы одной свободной силы влечет за собой изменение в движении тела. Неподвижное тело начинает двигаться, а движение уже движущегося изменяется. Камень, находящийся под действием силы своего веса, должен падать

вниз, если не имеется равной силы, которая действует на него в обратную сторону в виде ли опоры или подвески. Опускаемый молот останавливается лишь после того, как ударится о поковку или зубило, которые действуют на него с обратной силой, оказывают ему сопротивление. Движение тела остается неизменным, если все действующие на него силы взаимно уничтожаются, т. е. находятся в равновесии.

Если мы на какую-нибудь жидкость, находящуюся в спокойном состоянии в открытом сосуде, будем действовать с силой направленной вниз, опуская, напр., груз, то мы заметим, что жидкость расступится в стороны. Должна появиться следовательно боковая сила. Из этого видно, что всякое давление в жидкости распространяется во все стороны.

Рассмотрим теперь два сосуда, соединенных внизу трубкой (фиг. 214). Сосуды наполнены холодной водой и сверху открыты. Уровень воды в точке *A* испытывает давление атмосферы *P*. Так как жидкость находится в покое, то снизу должно действовать такое же давление. Очевидно давление, испытываемое сверху распространяется через всю жидкость. Если теперь спуститься до точки *B*, то на нее давит, во-первых, давление атмосферы, а затем водяной столб, высотой от *A* до *B*, следовательно  $p + h$  расположенной в стороне точке *C* давление должно распространиться в неизменном виде, независимо от того находится ли действительно над точкой *C* вода или нет. Форма сосуда не оказывает на давление никакого влияния; оно зависит исключительно от давления на поверхность жидкости и от высоты водяного столба. Давления действует также на стенки, а так как движение не наблюдается, то оно



Фиг. 214. Распределение давлений и уровней воды в сосудах различной формы. При одинаковой плотности жидкости, уровень не зависит от формы сосуда. Меньшая плотность (примешивание воздуха) повышает уровень.

должно встречать равное противодействие со стороны стенок. Поэтому стенка должна быть таковой, чтобы быть в состоянии оказывать это противодействие. Если перейти теперь дальше к точке  $D$ , лежащей на той же высоте, то тут должно господствовать то же самое давление. Если уровень воды во втором сосуде находится также под давлением атмосферы, то этот уровень воды должен лежать над точкой  $D$  на той же высоте что и уровень в первом сосуде над точкой  $B$ . Если же второй сосуд закрыт и в нем давление будет больше, то уровень воды в нем опустится настолько, насколько увеличилось давление.

Если во втором сосуде находится не чистая вода, а смешанная с пузырьками воздуха или пара, то вес жидкости здесь меньше, чем в первом сосуде и потребуется большая высота, чтобы произвести то же добавочное давление; в этом случае уровень воды будет значительно выше, чем при ранее описанных условиях.

До сих пор мы рассматривали только воду, находящуюся в спокойном состоянии. В отопительных установках вода или пар не находятся в покое; они находятся в постоянном движении, которое в хороших системах должно быть равномерным. Простой опыт объяснит нам многие явления, происходящие во время течения. Подставим обыкновенную воронку, которую можно найти в любом домашнем хозяйстве, под слегка открытый кран водопровода. Вода протекает совершенно свободно, не набираясь в воронке. Открыв немного более кран, мы увидим, что над трубкой установится некоторое количество воды, уровень которой все время будет держаться почти на одной высоте. При дальнейшем открытии крана установится новый уровень, который не будет однако меняться пока количество притекающей воды не изменится.

Так как в течение времени пока производился опыт в движении находилось одно и то же количество воды то, очевидно, имелось состояние равновесия. Закон о равновесии между действием и противодействием

сил должен найти здесь свое применение. Вода в воронке испытывает на себе действие своего веса, который лишь отчасти воспринимается стенками воронки. Следовательно, ее движению должно противодействовать давление, величина которого равна весу водяного столба. Это давление мы называем сопротивлением, которое стенки воронки оказывают движению воды.

Мы видим, что уровень воды в воронке стоит тем выше, чем больше протекает через нее воды. Водяной столб, а следовательно и давление, увеличивается с увеличением количества воды, а соответственно должно расти и сопротивление. Из этого простого опыта мы видим, что протекающая жидкость встречает тем большее сопротивление в трубах, чем больше ее скорость при проходе через них.

Вопрос о сопротивлении течению долго занимал исследователей. В настоящее время имеется возможность с достаточной для практики точностью вычислить сопротивление трубопровода при любом количестве протекающего пара, воды или воздуха. Принято подразделять сопротивление на два вида: на сопротивление прямых, гладких труб, иначе называемых „трение“ и на сопротивление при перемене направления, сужении в клапанах, кранах и т. п., называемое „местные сопротивления“.

Необходимым условием правильности всякого расчета отопительной установки должно быть отсутствие в трубопроводах таких местных сопротивлений, которые вызваны плохим монтажом, как например, сужение вследствие плохой расточки труб, неправильной сварки, мятые трубы при изгибании и т. п.

Перейдем к дальнейшему опыту для объяснения явлений при нагревании. Возьмем бутылку довольно большого объема с узким горлышком, наполним ее осторожно горячей, по возможности, кипящей водой, определим вес этой наполненной бутылки и поместим ее к узкий сосуд, наполненный холодной водой. Опуская градусник мы заметим, что температура воды внутри бутылки постепенно падает, а внутри сосуда новы-

нается. Далее мы замечаем, что объем воды в бутылке уменьшился. Если мы, в случае происшедшей утечки воды, дольем в бутылку столько, чтобы вес воды в ней сравнялся с первоначальным, то все-таки уровень воды в ней будет ниже чем перед охлаждением.

Опыт показывает нам двойное: 1) теплая вода занимает меньше места, чем одинаковый с ней вес холодной воды; при одинаковом объеме теплая вода должна быть легче холодной, 2) от теплой воды тепло переходит сквозь стенки к холодной воде.

Повернем теперь опорожненную бутылку горлышком вниз и подержим ее над газовым или спиртовым пламенем, до тех пор пока находящийся в ней воздух сильно нагреется. Когда температура поднимется до температуры кипящей воды, опустим бутылку в том же положении горлышком вниз в прежний сосуд, вновь наполненный холодной водой. Часть внутреннего пространства бутылки, наполненного воздухом, о величине которого мы можем судить по уровню воды в горлышке, начнет теперь убывать гораздо быстрее и сильнее, чем при наполнении водой, температура же окружающей воды увеличивается далеко не в том же размере.

Следовательно, воздух при том же увеличении температуры поглощает тепло значительно меньше воды, но расширяется гораздо больше. Температура, наружный признак тепла, очевидно не одно и то же что содержащее тепло (теплоемкость).

Внешним признаком теплового состояния служит температура которую мы непосредственно можем измерить градусником. Градусником (термометром) служит закрытый сосуд с длинным, узким пространством, наполненным какой-либо сильно расширяющейся жидкостью, обычно ртутью или окрашенным алкоголем. Положение верхушки столбика жидкости, отсчитываемое на помещенной сзади шкале, указывает температуру. В технике пользуются шкалой предложенной Цельсием, при которой за начальную точку принимают температуру тающего льда, обозначаемую знаком  $0^{\circ}$ , а точку кипения чистой воды, при среднем давлении

воздуха, обозначают  $100^{\circ}$ . Промежуток между этими двумя точками делят на 100 равных частей.

Другая шкала (Реомюра), которую еще довольно часто употребляют в Германии (и в СССР) пользуется теми же конечными точками, но имеет только 80 делений.

В том и другом случае температура ниже точки замерзания обозначается знаком минус (—).

Из другой точки зрения походил Фаренгейт, предложения которого были приняты в Англии и в странах, находившихся под ее влиянием. За нуль он принял низшую, известную в то время, температуру, значительно, однако, превзойденную современной техникой. За вторую твердую точку он также принял температуру таящего льда. Промежуток между первой и второй точкой он делил все время пополам, пока не получил 32 деления. Те же отрезки он стал наносить вверх, пока не достиг при  $212^{\circ}$  точки кипения воды. Между точкой замерзания (или таяния льда) и точкой кипения имеются, таким образом 180 делений, вместо 100 на шкале Цельсия и 80 на шкале Реомюра. Число 180 совершенно случайное и установлено Фаренгейтом также случайно.

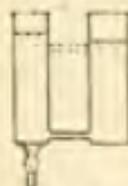
Количество тепла, заключающееся в воздухе или в какомнибудь теле, не может быть отсчитано непосредственно термометром или каким-либо другим измерительным инструментом. Для этого необходимо точно знать состав материала. Но, все таки, температура дает об этом некоторое представление. Единица тепла (ТЕ) это тепло, служащее единицей сравнения, и представляет из себя то количество тепла, которым 1 кг воды нагревается на  $1^{\circ}$  Ц; 1 кг воздуха для нагрева на  $1^{\circ}$  Ц требует 0,237 ТЕ, железо 0,115 ТЕ и т. д.

Возьмем опять два, соединяющиеся внизу, сосуда, в которых вода стоит на одном уровне. Каким-нибудь способом нагреваем воду в одном сосуде, оставляя ее холодной в другом (фиг. 215).

Мы видели, что теплая вода занимает большой объем, по сравнению с холодной. Поэтому уровень

воды в нагретом сосуде поднимается, при чем давление на соединительную трубку не изменится. Равновесие обеих масс воды не нарушается, несмотря на то, что уровень воды в нагретом сосуде стоит выше.

На уровне воды в холодном сосуде имеется давление, равное атмосферному, в нагретом же сосуде,



Фиг. 215.

Влияние уменьшения плотности воды вследствие нагревания. В нагретом сосуде уровень воды поднимается. Нарушение равновесия. Образование циркуляции воды.

на той же высоте уже образовался небольшой излишек давления, равный высоте столба воды до верхнего уровня. Если теперь соединить оба сосуда непосредственно под холодным уровнем воды, то в соединительной части равновесия уже не будет и из нагретого сосуда перельется немного воды в холодный. Однако, этим нарушится равновесие в нижнем соединении: в холодном сосуде имеется небольшой избыток давления и холодная вода начнет переливаться в нижнюю часть нагретого сосуда. В таком случае уровень воды в теплом сосуде снова поднимается, опять наверху перельется немного воды в холодный и это будет продолжаться до тех пор, пока в обоих сосудах внизу будет стоять одинаковой высоты столб холодной, а вверху теплой воды.

Если каким-либо способом охлаждать все время теплую воду, переливающуюся вверх в холодный сосуд до его температуры, а воду переливающуюся вниз в обратном направлении подогревать одновременно до температуры теплого сосуда, то равновесие все время будет нарушено и получится правильная циркуляция воды. Скорость, с которой будет происходить это перемещение, зависит прежде всего от разницы давления, происшедшей от неравномерного расширения воды в обоих сосудах, а затем также и от сопротивлений, имеющих на пути движения в системе сосудов и соединительных трубок. Состояние равновесия наступит тогда, когда напор от давления сравняется с сопротивлениями.

При подведении к воде в открытом сосуде тепла прежде всего поднимается ее температура. После достижения известной высоты ( $100^{\circ}$ ), бывает уже невозможно еще более повышать температуру. Мы, правда, замечаем сильное движение воды, образование в ней пузырьков и поднимающийся пар, но температура остается на прежнем уровне. Постепенно вода исчезает из сосуда, объем воды становится все меньше; вода переходит в пар.

Из этого мы видим, что, после достижения известного предела, дальнейшее подведение тепла расходуется не на повышение температуры, а на парообразование.

Если пропустить пар в холодный сосуд, то последний нагреется, а одновременно пар перейдет снова в воду (сконденсируется).

При своем образовании пар поглощает теплоту, как бы заставляет ее исчезать, а при охлаждении в воду снова ее возвращает окружающему пространству.

Если парообразование или конденсация происходит не при атмосферном давлении, а в закрытом сосуде, при большем или меньшем давлении, то явление остается тем же; меняться будет только температура, она повышается или падает, а при одном и том же давлении остается на той же высоте.

При внимательном наблюдении можно заметить, что еще задолго до достижения температуры кипения, вода начинает исчезать из сосуда. Она поглощается окружающим ее сверху воздухом, она испаряется. Совершенно, как и при образовании, при этом поглощается (связывается) много тепла. Явление происходит далеко не так бурно, как при образовании, и не зависит от количества подводимого тепла, а только от температуры и состояния, окружающего воду сверху воздуха.

Совершенно так же, как при переходе тела из жидкого в парообразное состояние, теплота связывается и при таянии, т.е. при переходе тела из твердого

в жидкое состояние; она, повидимому, исчезает и выражается лишь в другом состоянии тела, которому она подведена.

Техника знает и другие превращения тепла. Теплота пара используется в паровых машинах для получения работы и обратно из работы можно получить тепло. Если мы ударим молотком по небольшому куску железа, то оно от удара довольно быстро нагревается; произведенная работа превратилась в тепло.

Очень большое значение для отопительной техники имеет связывание тепла химическим путем, изменением состава вещества и обратное ее получение путем образования первоначальных составных частей. Солнечное тепло используется растениями для образования из углекислоты в воздухе и воды в почке своего вещества; таким образом, солнечное тепло за многие тысячелетия сохранено для нас в виде остатков прежних растений в торфе и каменном угле. Путем сжигания вновь образуются углекислота и водяные пары и одновременно освобождается аккумулированное солнечное тепло и находится в нашем распоряжении.

Торф, каменный уголь и дерево состоят из ряда основных химических веществ, так называемых элементов; важнейшие из них, имеющие значение для настоящего изложения, это углерод, водород и кислород. Водород, соединяясь при высокой температуре с кислородом, образует воду; при этом освобождается значительное количество тепла, выявляющееся в виде повышения температуры. Углерод образует с кислородом два соединения; при неполном сгорании образуется опасная для здоровья окись углерода, а при полном сгорании с большим количеством кислорода получается углекислота.

При образовании окиси углерода освобождается значительно меньше тепла, чем при углекислоте, почему всегда стараются получить возможно полное сгорание.

Содержащегося в топливе кислорода далеко не хватает для сгорания. Мы имеем достаточные запасы

кислорода в виде одной из главных составных частей воздуха; таким образом, при помощи воздуха можно добиться сгорания.

Для освобождения связанной теплоты необходимо нагреть топливо до известной температуры, поддерживать ее на этом уровне и затем подводить к нему достаточное количество воздуха. Недостаточное количество воздуха влечет за собой неполное сгорание, образование окиси углерода и неполное освобождение связанной топливом теплоты. Чрезмерный излишек не имеет непосредственного влияния на сгорание, но должен перемещаться в виде балласта и нагреваться и отнимает часть освобожденной топливом теплоты, предназначенной для других целей.

Опыт показал, что для наших топков недостаточно подводить к топливу такое количество воздуха, какое необходимо ему по его составу, для полного сгорания. Для хорошего теплообразования техническим путем, необходимо подводить воздух в несколько большем количестве, чем это потребуется теоретически. Следует, однако, избегать подводить воздух больше, чем это действительно необходимо.

Поэтому следует подводить к топливу воздух для сгорания таким образом, чтобы можно было в любое время регулировать его количество, увеличивать или уменьшать. Чтобы воздух имел возможность подходить к топливу, необходимо постоянно удалять образующиеся продукты сгорания, т. е. углекислоту, водяные пары и остатки воздуха и направлять их в такое место, где они не могут причинить вреда.

На пути, необходимом для этого передвижения и строго предписанном, встречается сопротивление этому движению, которое необходимо преодолеть известным давлением (напором). Продукты сгорания имеют большую температуру, чем окружающий воздух, и лучше всего отводить их наружу высоко над крышей; для создания напора пользуются явлением, которое вполне похоже на то, которое мы наблюдали с водой при неодинаково нагретых сосудах. Вместо

воды мы имеем дело с атмосферным воздухом и дымовыми газами. Теплый сосуд представляет из себя дымовая труба, а холодный, окружающая атмосфера. Нижнее соединение образуется топочной дверкой и колосниковой решеткой, а верхнее устьем дымовой трубы. Совершенно ясно, что напор будет тем больше, чем выше труба и чем больше разница температуры между дымовыми газами в трубе и наружным воздухом. Для регулировки, при определенных размерах трубы, количества поступающего воздуха увеличивают сопротивление включением особых препятствий. Этой цели служат дымовая задвижка и заслонка поддувала, благодаря которым возможно вводить любое количество воздуха, до определенного высшего предела.

При дровах, торфе, буром и каменном угле настоящему сгоранию предшествует, под влиянием высокой температуры, химическое разложение. Размеры этого разложения должны в точности соответствовать дальнейшему сгоранию. Может, однако, случиться, что при этом разложении будет израсходована слишком большая часть воздуха, так что на сгорание его не хватит. Для вышеперечисленных топлив, поэтому, рекомендуется подводить через колосниковую решетку лишь часть потребного воздуха, а остальную, в обход зоны разложения, направлять, хорошо подогрев, в виде „вторичного“ воздуха, в зону сгорания.

Вышеизложенного достаточно, чтобы обосновать те правила, которые добросовестный мастер должен соблюдать при монтаже отопительных установок.

## II. Приготовления к монтажу отопительных устройств, установка котлов, нагревательных приборов и прокладка трубопроводов при всех системах.

**Строительное.** Не следует приступать к монтажу каких-либо отопительных установок до полного согласования имеющихся чертежей со строителями, или выяснения влияния сделанных ими изменений; вызываемые этим отклонения от монтажного чертежа надо тщательно исследовать и точно их указать. Поэтому, до начала монтажа, вся постройка должна быть вчерне закончена, так же как и все предварительные работы, указанные инженером по отоплению.

Сердцем всякой отопительной системы является котельная установка или центральное помещение для обслуживания. От ее работы зависит достижение желательного эффекта. Поэтому, на эту часть следует обратить наибольшее внимание. Необходимо точно соблюдать все указания, главным образом, при устройстве достаточно вместительной и глубокой котельной и расположении необходимых дымоходов и боровов. Монтер должен точно проверить не допущены ли ошибки в размерах. Иногда незначительные отступления легко могут повлечь за собой тяжелые перебои в работе.

Особенно часто не соблюдаются требования о выполнении *достаточно широкого шуровочного пространства*. Шуровочное пространство недостаточных размеров влечет за собой то, что котлы не могут быть основательно вычищены, производительность их падает и вся установка не доставляет достаточного тепла. Минимальное расстояние между котлами и стеной котельной не должно быть менее 3 м. Ширина котельного помещения имеет значение не столько для обслуживания, сколько для монтера при производстве необходимого

ремонта. Если не удается вынуть треснувшую заднюю секцию чугунного котла без разборки всего котла, потому что рядом с котлом не оставлено достаточно места, то виною этому не конструкция котла, а недостаточные размеры помещения.

О значении углубления котельной будет особо указано при обсуждении различных систем.

Недостаточные размеры дымовой трубы или бора или присоединение других топок к тому же дымоходу имеют последствием плохую тягу, а это, в свою очередь, вызывает слабое нагревание воды в котлах.

Монтер должен точно проверить все эти размеры. С другой стороны, к его обязанностям не относится следить за качеством строительных работ. Он может и не проверять действительно ли водонепроницаемы пол и боковые стены, расположенные в пределах грунтовой воды. На замеченные им в этом отношении недостатки он должен обратить внимание строителей, но откладывать начало работы до их устранения не следует. Неточности в размерах должны быть обязательно согласованы до начала монтажа.

Всегда должен быть предусмотрен отвод воды из котельной. Если только позволяет высота, следует сток воды с пола шуровочного пространства направлять непосредственно в канализацию, подальше от самого котла, перекрыв его железной решеткой. При слишком высоком расположении канализационной магистрали, следует сделать приямок  $40 \times 40 \times 40$  см, из которого уже помощью ручного насоса или водоструйного аппарата перекачивать воду в канализацию. Если этого не предусмотреть, то придется при самом небольшом ремонте выносить воду из котельной ведрами.

Водопровод для наполнения системы прокладывается обычно по окончании монтажа отопительной установки. Никогда не следует делать соединение котла с водопроводом неподвижным, даже если официальные правила этого и не запрещают; дело в том, что клапаны водопровода никогда долго не остаются

плотными, а при неподвижном соединении заметить эту неплотность бывает трудно. *Постоянное добавление свежей питательной воды в систему*, хотя бы и в минимальном количестве, при всех обстоятельствах *очень вредно* и этого надо тщательно избегать. Чтобы рукав, при помощи которого производится наполнение, действительно убирался по миновании надобности, а не оставался присоединенным к котлу и водопроводу, следует помещать водопроводный кран в таком месте, чтобы неснятый рукав не мешал обслуживанию. Поэтому желательно помещать присоединение к водопроводу, по возможности, в шуровочном пространстве против передних стенок котлов.

**Котлы.** Котлы, обыкновенно, можно устанавливать совершенно горизонтально. Только очень длинным котлом (от 3 м и более) дается небольшой уклон, около 5—10 мм на всю длину. Следует при этом обращать внимание на то, чтобы место продувки котла приходилось в нижней точке опущенного конца, а место выхода пара или нагретой воды в систему находилось в высшей точке противоположного конца.

Отдельные части арматуры и гарнитуры котлов описаны в первой части настоящей книги. Еще раз обращаем внимание на то, чтобы регулирующие заслонки и дымовые задвижки находились в порядке и двигались легко, так как от них зависит возможность правильного обслуживания котлов. Шуровочные и очистительные принадлежности должны находиться в безукоризненном состоянии и в полном комплекте, так как это важнейший инструмент кочегара, без которого он не в состоянии производить правильно работу.

При всяком пуске котла в работу необходимо, прежде всего, проверить, чтобы наполнение водой было достаточно. Затем проверяется положение всех клапанов, задвижек и кранов и лишь после того, как монтер убедится, что все в порядке, все запоры для чистки действительно закрыты и путь для дымовых газов свободен, он может приступить к первой растопке.

Сперва разводится легкий огонь из бумаги, сухих дров и т. п. Если тяга вначале недостаточна, то открывается отверстие для чистки, по возможности, вблизи самой дымовой трубы, вкладывается горящая бумага, солома и проч. и продвигается в трубу. Отверстие тотчас же запирается и после этого вновь повторяют попытку растопить котел. Редко встречается необходимость долго поддерживать такой огонь в трубе; обыкновенно бывает достаточно одного раза. Когда дрова разгорятся, подбрасывают немного кокса или другого топлива, предназначенного для отопления. Рекомендуется поддерживать небольшой огонь, при небольшом количестве топлива, в продолжении нескольких часов, чтобы постепенно прогреть и высушить кладку бора и дымовой трубы; при быстром повышении температуры, в кладке легко образуются трещины, через которые просачивается воздух и тяга сильно ухудшается, что отзывается на всей установке. Понемногу работа топки усиливается, пока достигнет такого состояния, которое необходимо для сдачи установки.

**Нагревательные приборы.** Для нагревательных приборов, как и для котлов, также желательно, чтобы помещения были совершенно закончены, прежде чем монтер начнет свою работу. В особенности желательно, чтобы была закончена и оштукатурена стена, на которой закрепляется прибор, так как дальнейшая отделка требует снятия прибора, а после отделки взаимное расположение частей может оказаться уже иным, чем предполагалось. В этом случае поверхность стены, из-за штукатурки, придвигается к прибору, расстояние уменьшается иногда неравномерно и возможность чистки затрудняется. Ниши становятся меньше и места присоединений, сначала хорошо выступавшие из стены, оказываются слишком глубоко сидящими в штукатурке, за маховички вентиляей нельзя ухватиться и проч.

Если отопительные приборы снабжаются ножками, то их совершенно нельзя устанавливать до тех пор, пока не будет окончательно готов пол, по крайней

мере, под ними. Если делается не весь под, то рекомендуется изготовить цоколь из твердой породы дерева, например, дуба, который должен быть выше будущей высоты пола. Только таким образом можно отчасти избежать скопления грязи, что вызывает впоследствии постоянные нарекания.

Приборы, прикрепляемые к стене, устанавливаются на кронштейнах, которые каменщик по указаниям монтера должен заделать таким образом, чтобы приборы лежали на них совершенно горизонтально. Если требуется 3 или более кронштейнов, то заделываются сперва 2 из них, хорошо подпираются квадратным кирпичем. На них устанавливаются приборы и лишь после этого заделываются остальные кронштейны, таким образом, чтобы они путем заклинивания плотно прилегали к прибору. Подпорки из под кронштейнов могут быть удалены лишь после того, как цемент вполне затвердеет.

Следовало бы всегда снабжать нагревательные приборы на кронштейнах особыми подхватками. У высоких приборов на ножках они неизбежны, но и для низких они весьма желательны.

Если особо длинные нагревательные приборы не поддерживаются подставками в строго горизонтальном положении, то надо следить за тем, чтобы не образовались вредные мешки. Отвод конденсата у приборов парового отопления должен лежать в самой нижней точке; у приборов водяного отопления в высшей точке должна быть дана возможность удалению воздуха. Несоблюдение этих указаний часто влечет за собой полный отказ прибора от работы.

При установке приборов следует обращать большое внимание на возможность очистки и доступность регулирующих приборов. Лишь в крайнем случае следует делать расстояние от стены до приборов менее 5—8 см а от пола и подоконника менее 10—15 см. Скорее можно сэкономить место над прибором, правда, ценою ухудшения теплоотдачи, которая сильно страдает от скопления вверх теплого воздуха.

Если требуется обшивка приборов, то необходимо согласовать со строителями вопрос о расположении ручек для регулирования. Нельзя, например, пользоваться ручкой, лежащей непосредственно за шарниром дверцы обшивки, неподвижную раму вряд ли можно будет просверливать, чтобы выпустить ручку, а за рамой про нее просто забудут и прибор нельзя будет регулировать.

**Трубопроводы.** Укладка трубопровода для различных отопительных систем производится различно. Следует принять за правило, делать сперва предварительную укладку начерно, при помощи подвешивания на проволоке поддержки круглым железом, вбитым в стену и т. п. и лишь после этого устанавливать кронштейны, подвески, ухватки и проч. приспособления для укрепления. Исключения составляют только такие опоры, которые дают возможность последующей перестановки, как, например, шариковые подставки с поддерживающими кронштейнами и т. п.

Детали соединений и укреплений трубопроводов описаны в первой части настоящей книжки. Здесь мы только заметим, что между двумя фасонными частями всегда следует располагать разъемные соединения; это необходимо на случай возможной переделки или ремонта, чтобы не повредить при разборке здания или самого отопительного устройства.

Соединения труб, по крайней мере при скрытой проводке, следует располагать поблизости друг от друга и для возможно большого количества этих труб; этим достигается возможность сделать одно отверстие, открыть все части, подвергающиеся износу. Так, муфты с правой или левой резьбой или с длинной резьбой, в местах присоединения приборов, должны располагаться непосредственно около стояка, а этот последний иметь разъемное соединение у самого отверстия. При этом всегда следует обращать внимание на то, чтобы все части, которые захватываются щипцами, были легко доступны и расположение их давало еще достаточно простора для работы.

Некоторые способы прокладки труб будут еще описаны при разборе отдельных систем отопления.

Для всех остальных частей установки остается в силе сказанное о котлах и нагревательных приборах.

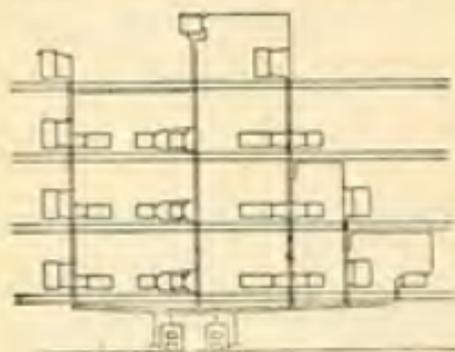
### III. Водяное отопление.

Система водяного отопления низкого давления с естественной циркуляцией. Водяное отопление низкого давления с естественной циркуляцией, называемое также, для краткости, просто водяным отоплением, представляет из себя простейший вид центральной системы отопления для больших и малых зданий. Существенные ее части один или несколько котлов, как источники тепла, простой трубопровод для подведения горячей воды к местам потребления, нагревательные приборы, передающие тепло отапливаемым помещениям и, наконец, простой трубопровод для возврата охлажденной воды к котлам (фиг. 216—218).

Высшая точка трубопровода соединяется с открытым сосудом так называемым расширительным сосудом. Измерительные приборы, для точного наблюдения за работой и регулирующие приспособления к котлам и нагревательным приборам, обычно устанавливаются, однако, не являются необходимой составной частью системы.

Способ действия такой системы следующий: в топке котла, вследствие возможно полного сгорания топлива, выделяется связанная последним теплота и передается через поверхность нагрева воде в таком размере, как это позволяют технические возможности. Благодаря правильной циркуляции воды тепло постоянно отводится и подается к нагревательным приборам. Приборы омываются значительно более холодным воздухом помещений и через поверхность нагрева отнимают у воды тепло. В результате этого вода охлаждается и в состоянии воспринять новое количество тепла.

Циркуляция воды происходит вследствие разности удельного веса горячей и охлажденной воды. Подающий и обратный трубопроводы образуют два сосуда, соединенные сверху и снизу и наполненные водой различной температуры. Как мы видели в первой главе, создается постоянная циркуляция до тех пор пока сохраняется разность температур в обоих сосудах. Это условие получается, если в нижней точке через котел подводить тепло, а в верхних через нагревательные приборы такое же количество отводить.

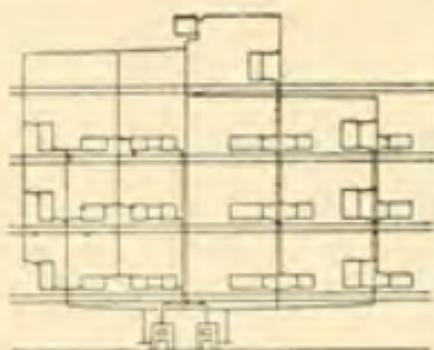


Фиг. 216. Схематическое изображение водяного отопления с естественной циркуляцией и низовой разводкой. Все магистральные линии расположены под потолком подвала, котлы расположены в углубленном месте. Отвод воздуха из системы производится отчасти воздушными кранами (нагревательный прибор верхнего этажа, налево), в остальном воздушными трубами. В левой части воздушный трубопровод уложен с постоянным подъемом и направляется от одного подающего ответвления к другому. Направо, на первого стояка, воздух отводится трубой, не наполненной водой, у остальных трубопроводах с воздушными мешками. Трубы, удаляющие воздух из притока, соединены с притоком, а удаляющие из обратных линий с обратной магистралью (крайнее правое). Расширительный сосуд имеет циркуляцию воды.

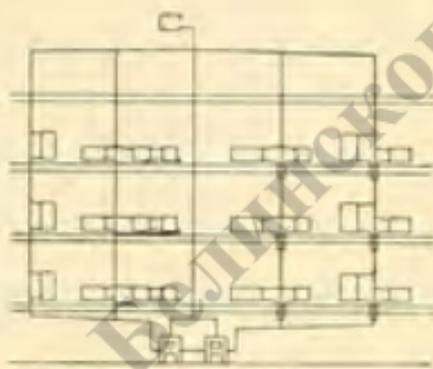
Величина циркуляционного напора зависит только от разности высот котла и нагревательных приборов. Недостаточное углубление котельной влечет за собой уменьшение циркулирующего напора, без заметного уменьшения сопротивления движению воды. Поэтому вода циркулирует медленно, тепло подводится к отдельным приборам недостаточно интенсивно, система в своем действии не соответствует расчету. Особенно при низовой разводке, о которой речь будет ниже, циркуляция воды может, вслед-

дует расчету. Особенно при низовой разводке, о которой речь будет ниже, циркуляция воды может, вслед-

ствии этого, прекратиться во всех частях. Точное соблюдение размеров монтажного чертежа, касающихся углубления котельной—необходимое условие для хорошей работы установки.



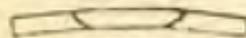
Фиг. 217. Схематическое изображение водяного отопления двухтрубной системы с естественной циркуляцией и верхней разводкой. Котлы расположены в углублении. Разводящий трубопровод находится: слева, на чердаке, а справа, под потолком верхнего этажа. Расположенный справа на чердаке нагревательный прибор снабжен специальной воздушной трубкой, выведенной над уровнем воды в расширительном сосуде. Подающие и обратные стояки слева соединены попарно, а справа нет. Слева по два прибора взяты на цепочку.



Фиг. 218. Схематическое изображение водяного отопления с естественной циркуляцией, однотрубной системы с верхней разводкой. Обратные линии помещены в котельной; если не выключить второй неотапливаемый котел, он также будет нагреваться. Присоединение нагревательных приборов совершенно просто. Слева: обратные ответвления приборов присоединены к стоякам на уровне их выхода из нагревательных приборов. Справа: обратные ответвления от приборов опущены для получения в них лучшей циркуляции. Циркуляция воды в расширительном сосуде достигается с трудом.

Дальнейшей предпосылкой правильной работы системы служит совершенное наполнение ее водой так, чтобы столб воды в трубопроводе нигде не прерывался и нигде не встречалось сопротивления циркуляции значительно больше того, чем было принято при рас-

чете. Для этого надо принять меры к тому, чтобы, находящийся первоначально в системе, воздух во время ее наполнения был бы вытеснен без остатка и замещен водой. Ни в коем случае не должно оставаться воздушных мешков, т.-е. таких мест, где воздух запирается водой и никуда не может выйти. Для соблюдения этого условия требуется, чтобы подающий трубопровод от котла до места присоединения к расширительному сосуду был уложен с постоянным подъемом. Места, где по местным условиям нельзя избежать нисходящих трубопроводов, должны быть



Фиг. 219.

Образование воздушной пробки в неправильно уложенной горизонтальной трубе.

снабжены специальными приспособлениями для удаления воздуха; для этого обычно пользуются трубами проложенными или до высшего уровня воды, или до соединения с такой частью трубопровода, после которой уже не встречается нисходящей части; иногда устанавливают воздушные краны или автоматические вен-

тили (фиг. 216 и 217).

Наблюдения показали, что если воздух, по каким-либо причинам, не может удалиться, он не распределяется, как в большом сосуде по большой поверхности, а свертывается, образуя подушку или пробку (фиг. 219) и передвигать его труднее, чем небольшие находящиеся в трубопроводе твердые частицы. Эти воздушные пробки не только представляют большое сопротивление, но иногда и совершенно прекращают циркуляцию воды.

При заполнении системы водой всегда является опасение, что вода потечет в те трубы, которые предназначены для отвода воздуха и потому должны оставаться свободными. В этом случае вода препятствует удалению воздуха и перебои в работе неизбежны. Поэтому всегда следует производить заполнение системы снизу, примерно поблизости от котла.

В общем уровень во всех вертикальных трубопроводах будет находиться почти на одном уровне. Боль-

шое включенное в трубопровод пространство, например, большой нагревательный прибор, конечно, требует для своего наполнения соответственно большого количества воды. При быстром наполнении может случиться, что до его окончания в подающей трубе прибора вода будет стоять выше, чем в месте ее соединения с прибором. В таком случае становится невозможным удалить воздух из прибора и во время работы будут

замечаться большие неправильности в циркуляции. Систему, следовательно, надо заполнять не только снизу, но и очень медленно, чтобы своевременно выровнять уровень воды в различных частях и дать возможность выйти всему остатку воздуха из нагревательных приборов.

Установку воздушных кранов и вентилей для отвода воздуха из воздушных мешков, следует производить лишь в крайнем случае, вследствие ненадежности всякого вообще обслуживания персоналом.

Если установка окажется неизбежной, то не следует их устанавливать непосредственно на трубе, а надо включить промежуточный сосуд, в котором может скопиться известное количество воздуха, прежде чем появятся перебои в циркуляции (фиг. 220 и 221).

Наравне с удалением воздуха, важное значение имеет также спуск воды из системы. Даже частичный выпуск воды из системы делает последнюю непригодной к работе и подвергает ее опасности замерзания при сильных морозах. Трубопровод должен быть проложен таким образом, чтобы до места выпуска трубы имелся постоянный уклон. Если восходящих частей и образования водяных мешков избежать нельзя, то



Фиг. 220.  
Установка  
воздушного  
крана для  
трубопрово-  
да на воз-  
духосбор-  
нике.



Фиг. 221.  
Установка  
воздушного  
крана для  
трубопрово-  
да на воз-  
духосборной  
трубе.

в нижней точке необходимо установить спускной кран, легко доступный для обслуживания.

При установке котлов следует соблюдать указания II главы, а также все соответствующие советы из I части этой книги. Каких-либо особенностей установка котлов водяного отопления не представляет. Важно лишь точно придерживаться монтажного чертежа и соблюдать соответствующие указания.

Установку термометров для наблюдений за температурой горячей воды, на основании чего регулируется толка, следует производить таким образом, чтобы их оболочка всегда была опущена в циркулирующую воду подающей линии. Если они опущены в воздушный мешок, то показание не может быть правильным. При возможности образования в котле воздушных мешков, лучше опустить термометр в трубопровод.

Но и в других случаях возможны неправильные показания. У длинных котлов, особенно с односторонним присоединением, легко может получиться весьма медленная циркуляция в противоположном от присоединения конце, вследствие чего температура там чрезвычайно повысится. Установленный в этом месте котла термометр должен показывать большую температуру, чем в начале подающей линии. Во избежание этого, надо устанавливать термометр всегда в непосредственной близости от начала подающей линии или в ней самой (фиг. 225).

Приспособление для изменения высоты уровня воды, так называемый гидрометр, можно присоединять к любому пункту распределительной системы и без специального водяного мешка. Рекомендуется включать промежуточную линию, достаточной длины, так как в таком случае уменьшается опасность воздействия температуры. Шкалу гидрометра, при всех обстоятельствах, следует устанавливать на высоте глаз человека, чтобы можно было читать с ней легко и без ошибок. Никогда не следует забывать ставить трехходовый кран, благодаря которому инструмент может быть совершенно разгружен и установлен на нуль.

Как уже было упомянуто, для правильной циркуляции весьма большое значение имеет медленное наполнение системы. Поэтому нет смысла, особенно при высоком давлении в имеющемся водопроводе, делать отверстия для присоединения больших размеров. Даже для самой большой системы, наполняемой из городского водопровода, достаточно диаметра в 20 мм ( $\frac{3}{4}$ "'). Необходимо наблюдать, чтобы затвор был постоянно плотно закрыт. Для достижения этой цели пользуются, главным образом, краями с винтовым затвором, т.-е. снабженными специальной уплотнительной шайбой. Неподвижного соединения с водопроводом, по вышеприведенным причинам, следует избегать. Наполнительный кран снабжается особым гаечным затвором, к которому по мере надобности присоединяется рукав.

Впуск холодной воды непосредственно в котел очень удобен, но крайне не выгоден, особенно при чугунных котлах. Многочисленные повреждения котлов объясняются внезапным вводом холодной воды в горячий котел. Этого можно, с некоторой долей вероятности избежать, делая присоединение на известном расстоянии от котла и давая этим возможность холодной воде достаточно смешаться с горячей до входа в котел.

Избежать необходимости некоторого пополнения водой системы в продолжение периода работы, не представляется возможным. При этом сильно охлаждается вода вблизи места питания. Если место питания находится в подающей линии, то водяной столб становится значительно тяжелее, напор сильно уменьшается и могут произойти перебои в циркуляции, устранимые иногда только совершенным охлаждением системы и новой растопкой. Расположение питания в обратной линии совершенно устраняет возможность таких осложнений. Место присоединения питания необходимо, следовательно, помещать в обратную линию подалее от котла, однако, так, чтобы легко было наблюдать за гидрометром и снять без затруднения рукав по окончании наполнения.

В противоположность наполнению, выпуск воды из системы следует производить как можно быстрее, чтобы в случае внезапного повреждения, как, например, лопнувший от мороза радиатор, разрыв трубы и проч. не терять времени во избежание больших повреждений здания. Быстрым спуском воды достигается также очистка котла от посторонних примесей, как например, ила осевшего из воды. Спуск воды должен, поэтому, производиться через большое сечение и без значительных местных сопротивлений от изменения направления. Поэтому применяются исключительно конусные краны. Устанавливать их рекомендуется в самой нижней точке котла на специальном фланце, который, в случае нужды, отвертывается, так что получается одно большое свободное отверстие для вытекания воды.

Для стока вынужденной воды лучше всего устроить полуспускной канал, перекрыв его решеткой. Если уровень пола котельной находится ниже канализации, то делают небольшой приямок с решетчатым перекрытием; из него вода перекачивается и выливается в помещенную на достаточной высоте раковину, при помощи ручного насоса или водоструйного аппарата, присоединяемого к водопроводу.

Регуляторы горения следует устанавливать таким образом, чтобы они находились под непосредственным воздействием горячей воды. Их, также, как и термометры, нельзя помещать в мертвые углы водяного пространства котлов. Рекомендуется помещать их в непосредственной близости от подающей линии. В установках, где присоединение требуется произвести в нескольких местах системы трубопроводов, следует верхнее присоединение соединять с подающей линией, а нижнее с обратной.

Устанавливать регуляторы горения к котлам водяного отопления, имеет смысл только тогда, если они уже при небольшой разнице температуры, например, 5°, совершенно открывают или закрывают доступ воздуха. Если допускаются большие колебания темпера-

туры, то бывает достаточно произвести установку заслонки от руки помощью установочных винтов. При растопке поддувало совершенно открывается независимо от регулятора, а при ночной работе им также не пользуются, запирая все отверстия почти наглухо.

При больших установках со многими котлами, часто желательно иметь возможность их отъединения. При плотно затворяющихся задвижках имеется всегда опасность, что когда они закрыты, будет произведена растопка и давление поднимется на недопустимую величину; это может вызвать сильный взрыв. Во избежание этого, необходимо предусмотреть соответствующие предохранительные приспособления.

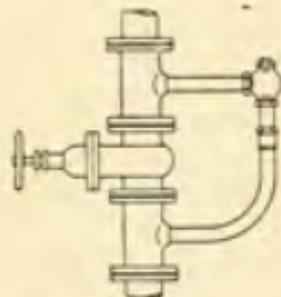
Наиболее употребительное приспособление этого рода предохранительный клапан, который при превышении допустимого давления открывается и выпускает излишек воды. Всякий предохранительный клапан необходимо время от времени притирать, чтобы он оставался плотным. Чтобы он не заедал, вследствие образования накипи или отложения ила, его периодически приподнимают от руки. Оба приспособления требуют, чтобы доступ к ним был свободен. Выпуск горячей воды ни в коем случае не должен производиться над частями страдающими от нее. Поэтому не следует забывать соединять этот выпуск с канализацией но так, чтобы за вытеканием воды можно было всегда наблюдать.

Предохранительные клапаны для котлов водяного отопления не пользуются популярностью, вследствие постоянной неплотности в связанной с этим потерей воды.

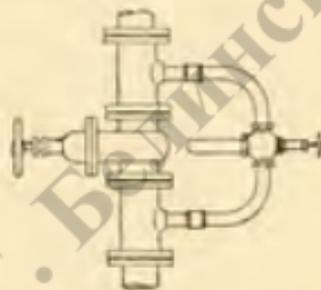
Утечки воды не бывает при обратных клапанах, установленных на обводной линии вокруг запорных задвижек на подающей магистрали (фиг. 222); при правильной работе они держатся в закрытом состоянии давлением водяного столба в трубопроводе. К сожалению, за их работой нельзя наблюдать; они часто бывают неплотны, не в достаточной мере разъединяют опорожненный котел и трубопровода, или же они заедают

и не представляют тогда гарантии против опасности повреждения.

До известной степени опасность от плохого состояния приборов устраняется, если в обводную линию вокруг задвижки на подающей трубе включить трехходовый клапан (фиг. 223). Благодаря этому клапану котел постоянно соединен или с трубопроводом системы или с выхлопной линией. Обе линии никогда не могут



Фиг. 222. Обвод вокруг запора у котла водяного отопления с предохранительным клапаном.

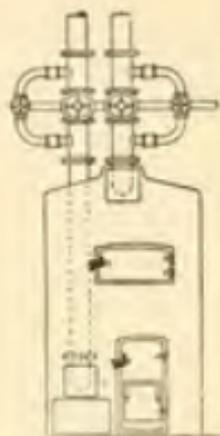


Фиг. 223. Обвод вокруг запора у котла водяного отопления с предохранительным приспособлением помощью трехходового клапана.

быть закрыты одновременно и неплотности затвора влекут за собой утечку воды, но не возможность повреждения.

Предписания Прусского Министерства требуют установки таких обводов с трехходовыми клапанами не только вокруг запора на подающей, но и на обратной линии (фиг. 224). Это устройство обладает тем недостатком, что после переключения только одного клапана, прежде чем успеют переключить и второй, вода из системы устремляется через второй клапан в котел, а отсюда через уже переключенный клапан наружу; это обстоятельство влечет за собой большие потери воды. Для избежания этих потерь надо, по возможности, сократить время, потребное для обслуживания этих кранов; поэтому необходимо оба клапана

на подающей и обратной линии помещать в непосредственной близости друг от друга, что бывает, однако затруднительно, так как в таком случае и сами запорные задвижки должны быть рядом, а главная обратная магистраль лежит обычно совсем внизу.



Фиг. 224. Устройство обводных линий вокруг запорных приспособлений на подающей и обратной магистрали котла водяного отопления с трехходовыми клапанами.

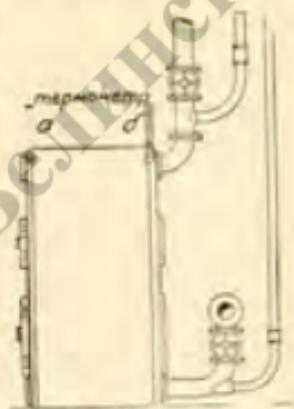
буют ухода илиобслуживания.

Ни в коем случае монтер не должен принимать в этом отношении каких-либо собственных мер; все необходимые сведения он должен почерпнуть из монтажного чертежа, который должен поэтому содержать в себе все необходимые данные.

В радиаторах следует особенно избегать образования воздушных мешков внутри водяного потока. Небольшие водяные мешки не играют роли, так как после опорожнения опасность замерзания отпадает;

**Нагревательный сосуд.** Этих затруднений можно с уверенностью избежать при помощи другого приспособления, согласно более позднего циркуляра.

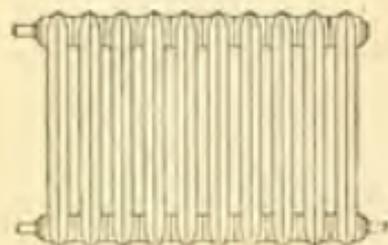
Каждый котел снабжается, во-первых, открытым, независимым от остальной системы, трубопроводом, соединенным с верхней частью расширительного сосуда и, во-вторых, более узким трубопроводом, присоединенным к нижней части сосуда или котла (фиг. 225). Эти линии всегда готовы к работе и не требуют



Фиг. 225. Расположение открытых, предохранительных подающей и обратной линий для запирающихся котлов, согласно предписаний Прусского Министерства.

в сравнительно большом пространстве отопительных приборов лед может достаточно расширяться, не повреждая самого прибора.

У нагревательных приборов с принудительным направлением воды, напр., у змеевиков или ребристых элементов, место присоединения заранее предопределено. Иначе обстоит дело с радиаторами или регистрами, где вода может свободно циркулировать. Здесь наилучшим будет диагональное присоединение, при котором все водяные нити приблизительно равны.



Фиг. 226. Радиатор с односторонним или с двухсторонним присоединением (последний показан пунктиром).



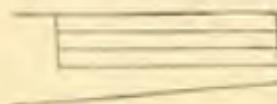
Фиг. 227. Радиатор с односторонним присоединением и пропущенной в нижней части трубой.

При коротких приборах, без всякого сомнения, возможно одностороннее присоединение; при отставании одной части вода охлаждается в ней сильнее; но вследствие различного веса различно нагретых водяных столбов, внутри самого прибора начинается, как и во всей системе, циркуляция воды, которая почти совершенно устраняет неравномерное действие прибора.

Очень часто длинное ответвление к прибору, при разностороннем присоединении нагревательного прибора, является помехой. Его можно избежать пользуясь, в качестве ответвления, „вставной трубой“ при радиаторе (фиг. 227) или нижним рядом при регистрах. При радиаторе вставляется либо подающая, либо обратная линия в прибор и выводится почти до самого противоположного конца. При вставной трубе на подаю-

щей линии трудно избежать образования воздушных мешков, так как размер входного отверстия твердо установлен заранее и труба свободно держится горизонтально в большом количестве ниппелей. Если при наполнении в холодном состоянии и не бывает заметно задержки в циркуляции воды, то при нагревании ее, как показал опыт, появляются перебои, как только воздушный мешок, расширившись под влиянием нагрева, загородит отверстие вставной трубы (фиг. 229).

При помещении „вставной трубы“ в обратную линию легко получается воздушный мешок в трубе, проложенный с уклоном от прибора к стояку, так как



Фиг. 228. Регистр из гладких труб, нижний ряд которого использован в качестве обратной трубы. Правильное положение.



Фиг. 229. Увеличение воздушного мешка расширившегося от нагрева и препятствующего циркуляции воды.

внутри она имеет обратный уклон в сторону своего выходного отверстия. Обезвредить это явление можно просверлив трубу недалеко от места выхода из прибора, однако, определить ее правильное положение и хорошее

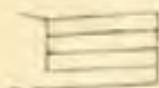
состояние снаружи нельзя.

Таким образом, „вставные трубы“ при водяном отоплении большой цены не имеют.

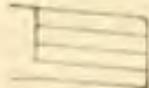
В случае регистров с отдельным верхним или нижним рядом, этот ряд должен быть проложен с иным уклоном, чем остальные, или же горизонтально; иначе неизбежно образование воздушных мешков или частичное отставание (фиг. 230 и 231).

На случай ремонта отопления или здания все нагревательные приборы следует соединять с трубопроводом таким образом, чтобы возможно было их снятие без повреждения каких-либо частей. Поэтому следует включать в ответвления к приборам разъемные фасонные части. При этом запорный кран должен оставаться не при приборе, а на ответвлении, чтобы он мог после снятия прибора использовать свое назначение.

Наиболее употребительные и легче всего разъединяющиеся соединения представляют из себя фланцы у ребристых приборов и гачные затворы у радиаторов (фиг. 232 и 233).

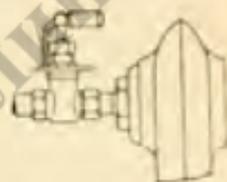


Фиг. 230. Регистр из гладких труб, нижний ряд которых использован в качестве обратной трубы. Из эстетических соображений верхние ряды проложены параллельно нижнему с подъемом. Вверху образуется воздушный мешок, который будет препятствовать нагреванию верхнего ряда. После спуска воды, вода остается при входе предпоследнем ряду.

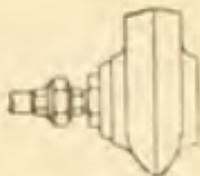


Фиг. 231. Регистр из гладких труб, нижний ряд которых использован в качестве обратной трубы. Из эстетических соображений нижний ряд проложен параллельно верхнему и с подъемом. Воздушный мешок образуется при присоединении обратной трубы и препятствует нагреванию всего регистра. При спуске воды она остается в нижнем ряду.

Разъединение должно производиться без смещения труб в осевом направлении портящим стены в местах выхода из них. Поэтому необходимо при свинчивании избегать конического или шарового уплотнения, а применять исключительно плоское; это последнее имеет еще и то преимущество, что оно дает плотное соединение и при не совсем точной прокладке трубы. Коническое же чрезвычайно чувствительно к малейшей неточности.



Фиг. 232. Верхнее соединение радиатора с регулирующим краном, с гачным затвором у вентиля.



Фиг. 233. Нижнее соединение радиатора с гачным затвором на трубопроводе.

Вместо фланцев и гачных затворов пользуются также длинной резьбой (фиг. 234), хотя оно и не так хорошо, вследствие трудности обращения с ним; муфты же с правой и левой резьбой, вследствие получающегося продольного сдвига, здесь не применимы.

Регулирующее приспособление, вентиль или кран, помещается при ребристых приборах, лучше всего сверху в середине, а при радиаторах обычно сбоку. Ниппель для соединения вентиля может быть вставлен непосредственно в пробку радиатора. Если имеется в виду замаскировать нагревательный прибор обшивкой, монтер должен потребовать от строителей точного указания желательного расположения регулирующего крана.

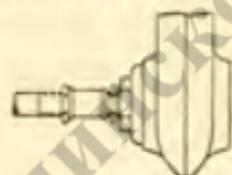
**Трубопроводы.** Для прокладки трубопроводов существуют две, существенно различных друг от друга, системы, известные под названием верховой и низовой разводки.

При верховой разводке (фиг. 217 и 218) вся масса горячей воды, предназначенная для нагревательных приборов, поднимается сперва в высшую точку системы, а отсюда верховой разводкой подводится к отдельным стоякам, затем, пройдя нагревательные приборы и охладившись в них, собирается в обратной магистрали, по которой возвращается обратно в котлы.

При низовой разводке (фиг. 216) подающая магистраль расположена ниже нижнего нагревательного прибора; горячая вода подводится к стоякам снизу, поднимается по ним к приборам и, пройдя через них, снова опускается в обратную магистраль, лежащую приблизительно на одном уровне с подающей, и возвращается, к котлам.

При верховой разводке, нагретая в котле вода поднимается над нагревательными приборами, в то время, как в нисходящих участках находится совершенно охлажденная вода. Высота различно нагретых водяных столбов при растопке очень велика; разница температуры в начале также значительно больше, чем в конце.

Напор, необходимый для циркуляции, значительно превышает в начале растопки величину, требующуюся



Фиг. 234. Нижнее соединение радиатора посредством длинной резьбы. В радиатор ввернут двойной ниппель, на коническую резьбу которого навертывается муфта с длинной резьбой.

для преодоления сопротивлений; в результате—быстрое увеличение циркуляции воды. Поэтому системы с верхней разводкой быстро растапливаются. Отстающий стояк имеет усиленный напор, так как главный стояк все время имеет температуру котла. Неравномерности уничтожаются сами собой. Не прогревание отдельных групп приборов в данной системе большая редкость. Ошибки в монтаже также имеют не столь большое влияние, как при нижней разводке.

Главный стояк должен подниматься вверх, по возможности, вблизи котельной установки; рекомендуется прокладывать его до высшей точки системы без колен и изменений направлений. Здесь делается ответвление для отвода воздуха, которое выводится в расширительный сосуд. Верхней разводке, во избежание образования воздушных мешков, дается постоянный уклон в сторону стояков. Уклон делают обыкновенно не больше чем 2 мм на 1 м длины трубопровода, но можно брать и несколько меньше, без опасения за вредные последствия (до 1 мм).

Бывают случаи, что постоянный уклон сделать не удается, если, напр., следует снова поднять линию, чтобы обойти препятствие; в таком случае верхнюю точку надо непосредственно или посредственно соединить с расширительным сосудом воздушной трубкой, дав ей постоянный подъем. Местное удаление воздуха, помощью воздушных кранов, возможно, но, принимая во внимание трудности обслуживания, следует его устраивать лишь в крайнем случае.

В новых установках этот случай вряд ли представится, но в случае расширения постройки, при использовании чердачных помещений, может случиться, что нагревательные приборы окажутся выше разводящей линии. В таком случае необходимо будет проложить специальную воздушную линию описанного типа (фиг. 217).

Для стояков, прокладываемых обыкновенно строго вертикально или иногда на коротком расстоянии отводимых в сторону с большим уклоном, существуют два способа выполнения.

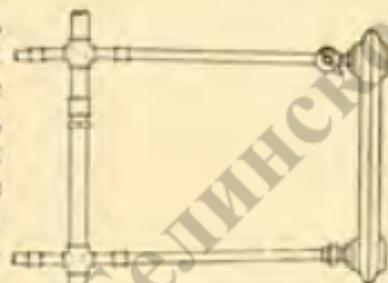
В наиболее распространенной двухтрубной системе подающий стояк соединяется с нагревательными приборами помощью ответвлений; отвод воды производится в обратную линию. Все нагревательные приборы питаются горячей водой приблизительно одинаковой температуры.

При однотрубной системе, использованная в приборах вода направляется в ту же линию; таким образом, вода в нижней части холоднее, чем в верхней. Ниже лежащие приборы питаются более холодной водой и должны поэтому быть больших размеров.

Чтобы, в случае закрывания одного нагревательного прибора, не выключать всего стояка, между подающими и обратными присоединительными отверстиями включают короткие участки трубопровода, подающие воду для всех остальных приборов. Преимущество этой системы — простота расположения и отсутствие перекрещивания труб; недостаток — зависимость ее работы от количества включенных приборов.

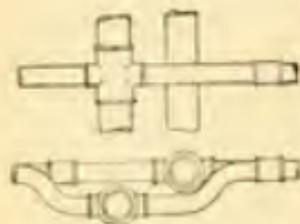
Монтер при прокладке трубопроводов должен точно придерживаться указаний монтажного чертежа и не предпринимать каких-либо изменений без особого разрешения технического бюро.

Ответвления к нагревательным приборам прокладываются в обоих случаях с небольшим уклоном в сторону движения воды (фиг. 235). В подающей линии место присоединения к стояку расположено выше, чем присоединения к прибору, на обратной же линии, наоборот, — ниже. Здесь также достаточен уклон в 2 мм на 1 пог. м. Так как экономить место здесь не прихо-



Фиг. 235. Присоединение радиатора в однотрубной системе. Вблизи фасонных частей во всех участках трубопровода помещены муфты с правой и левой резьбой, а вблизи нагревательных приборов газовые затворы. На стояке вблизи муфты имеется хомутник. Соединение происходит без перекрещивания труб простейшим образом.

дятся, обычно дают больший уклон, особенно при скрытой проводке. Следует принять во внимание, что стояки от нагревания расширяются и места присоединения несколько сдвигаются. Необходимо считать, что на 1 м высоты, считая от мертвой точки, приходится 0,5 мм расширения, таким образом, если место при-



Фиг. 236. Перекрещивание труб при присоединении к радиатору по двухтрубной системе. Подающий и обратный стояки расположены на равном расстоянии от стены; после перекрещивания труба возвращается в плоскость другой. Работа выполняется довольно просто, но различное расстояние стояков от стены некрасиво.

лежащих друг над другом, тройников, вместо крестовин, при тщательном расчете не требуется и по внешнему виду она некрасива.

Для двухтрубной системы возможны следующие решения: простейшее из них изображено на фиг. 236. Стояки располагаются параллельно стене в разных плоскостях, например подающий ближе, а обратный дальше. В таком случае бывает возможно без выгиба обойти стояк. Монтаж очень прост, но вид получается нехороший.

Немного лучше исполнение по фиг. 237, при котором фасонные части поставлены под углом и трубы

расположено на 10 м выше мертвой точки, то при нагретом состоянии оно окажется еще на 3 мм выше. Водяные мешки, образующиеся вследствие подпития, совершенно безвредны; образования воздушных мешков следует опасаться лишь тогда, когда мертвая точка находится вверху и расширение идет вниз.

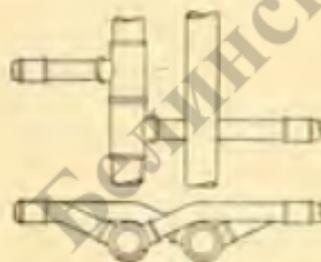
Одно из труднейших мест—это скрещивание ответвлений к приборам со стояками. При однотрубной системе они отпадают (фиг. 235) и это выставляется приверженцами этой системы, как главное преимущество по сравнению с двухтрубной. Присоединение двух нагревательных приборов на одной высоте при однотрубной системе изображено на фиг. 235. Установка двух,

после выгиба возвращаются в первоначальную плоскость. Этот способ охотно применяется, если требуется присоединить только один прибор. При толстых трубах вид получается очень некрасивый, особенно если работа не аккуратна.

В несколько меньшей степени это относится и к выполнению по фиг. 238. Здесь прибавляется еще установка двух смежных тройников.



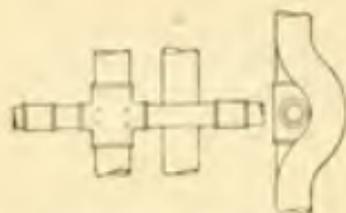
Фиг. 237. Перекрещивание ответвлений к радиатору при двухтрубной системе. Стойки расположены на одинаковом расстоянии от стены. Для возможности скрещивания фасонные части поставлены несколько наискось. Все ответвления должны быть выгнуты, что очень некрасиво. Работа очень кропотливая и внешний вид скрещивания некрасив.



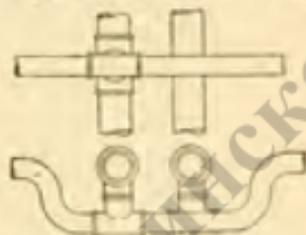
Фиг. 238. Перекрещивание труб при присоединении к радиатору по двухтрубной системе. Стойки расположены на одинаковом расстоянии от стены. Для возможности скрещивания вместо крестовин поставлено по 2 тройника несколько под углом и один над другим. Все ответвления выгибаются, но изгибы проще чем в фиг. 237. Трубам дается различный уклон или же в вертикальном направлении делается уступ. При тщательном исполнении внешний вид довольно приятный.

Наилучшее решение изображено на фиг. 239, где труба одного стояка изогнута вокруг места присоединения у другого. Эта работа требует большого внимания при выгибании, чтобы избежать впоследствии при расширении, постоянного трения одной трубы о другую; это вызвало бы постоянное появление шума при изменении температуры. При толстых трубах, уже при  $1\frac{1}{4}$ " конструкция получается не красивой.

Совершенно устраняются все эти затруднения в исполнении изображенном на фиг. 240. Ответвление от стояка к обоим нагревательным приборам выносятся вперед, впереди в поперечном направлении помещается на шпигеле второй тройник; места при-



Фиг. 239. Крестовина у ответвления к радиатору, при двухтрубной системе. Стойки расположены на равном расстоянии от стены, все фасонные части установлены прямо, каждый из стояков выгнут вокруг места присоединения другого. При не очень толстых стояках это легко выполнимо и имеет видурной вид. При толстых стояках эта работа, если вообще возможна, то очень затруднительна, особенно, если ответвление обратной линии расположено у самого пола.



Фиг. 240. Перекрещивание труб при присоединении к радиатору по двухтрубной системе. Стойки расположены на одинаковом расстоянии от стены. Посредством двух, вынесенных вперед, тройников место присоединения выносятся в переднюю плоскость, а ответвления после перекрещивания возвращаются в первоначальную плоскость. Работа выполняется легко и внешний вид получается довольно приятный.

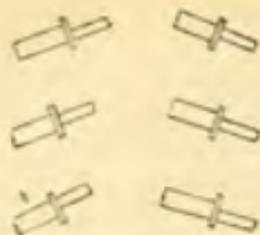
соединения достаточно удалены от вертикально положенных стояков. Непосредственно за фасонными частями, все ответвления к приборам загибаются в плоскость стояков. Вместо последовательно соединенных двух тройников за последнее время изготавливаются специальные фасонные части, представляющие из себя соединение обоих тройников без шпигеля и имеющие то преимущество, что они не столь сильно выступают из плоскости стояков.

Обратная магистраль обычно прокладывается под потолком подвала, реже над полом или в специальных каналах в полу. От стояков она укладывается с небольшим равномерным уклоном в сторону котла. Если она окажется ниже места присоединения к котлу, то ее без опасения можно дальше прокладывать с подъемом, при чем следует лишь наблюдать за тем, чтобы не образовались воздушные мешки, а в нижней точке надо предусмотреть возможность спуска воды.

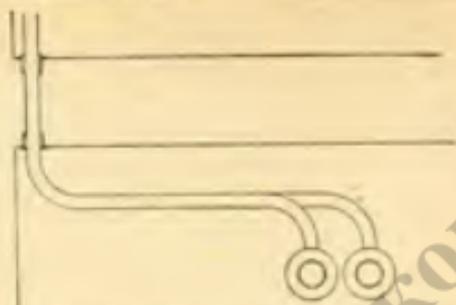
При изменении диаметров трубопроводов обычно пользуются эксцентричными фланцами. Для подающей линии, при верховой разводке, эксцентрицитет делается книзу, чтобы дать возможность удалить из трубопровода последнюю каплю воды; в обратных линиях, принимая во внимание возможность образования воздушных мешков, эксцентрицитет делается вверх (фиг. 241 по 246).

При наличии нескольких котлов всегда бывает выгодно проложить обратную магистраль над котлами и оттуда присоединять каждый отдельный котел выходящей трубой, т. е. располагать котлы в углублении (фиг. 217). При неиспользовании одного котла он не нагревается от работающего, так как нет необходимого напора для приведения воды в движение. Действительно при низко проложенной магистрали образуется напор, хотя бы просто от охлаждения труб, при чем достаточно если он будет даже весьма незначителен вследствие большого диаметра труб.

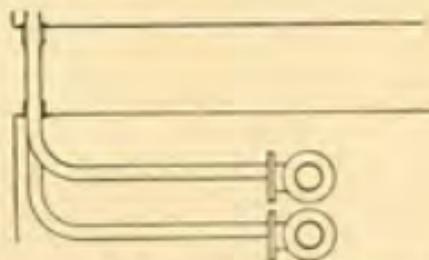
При прокладке трубопровода следует обращать большое внимание на расширение его от нагревания. Трубы должны быть настолько подвижны, чтобы ни в каких частях не получалось чрезмерных напряжений. Поэтому разводящая и обратная магистрали подвешиваются совершенно свободно, так, чтобы все точки могли следовать за сдвигом от расширения. При проектировании системы следует предусматривать, чтобы все неизбежные мертвые точки не вызвали бы вредных для материала усилий. Поэтому их следует соединять с подвижными частями эластично,



Фиг. 241—246. Снижение диаметров труб посредством эксцентричных фланцев. Вверху неправильный эксцентриситет. Также как и в среднем центричном расположении, в левой части широкой трубы получается воздушный мешок, который при нагревании может вызвать перебой в циркуляции; в изображении справа, после опорожнения остается вода, могущая вызвать ржавчину. Внизу изображено правильное положение эксцентриситета. Справа устройство для подающей линии для верхней разводки с уклоном; слева для трубопроводов в подвале (обратные линии для всех систем водяного отопления и подающие линии при низовой разводке) с подъемом со стороны котельной. Здесь исключается возможность образования воздушных и водяных мешков.



Фиг. 247. Расположение ответвлений к стоякам при низовой разводке и смежных магистралях. Для возможности скрепления ответвления должны сниматься сверху и иметь до крайней мере два колена. Это обстоятельство диктует необходимость располагать магистрали на довольно большом расстоянии от потолка. Чтобы дать возможность расширяться трубопроводу от нагревания, не вызывая слишком больших напряжений материала, разводящая линия должна быть отнесена от стояка на довольно большое расстояние.



Фиг. 248. Расположение ответвлений к стоякам при низовой разводке и лежащих друг над другом магистралях. Присоединение к стояку весьма простое; верхняя разводящая линия расположена вблизи потолка и требуемая высота не многим больше, чем при устройстве по фиг. 247.

например включая участок трубы с боковым движением, большей или меньшей длины, в зависимости от диаметра (фиг. 247 и 248).

Стояки, чаще всего, предохраняются от сдвига в этом направлении подвеской разводящей линии; расширение подводящих линий при верховой разводке происходит обычно вниз, а обратных вверх. Трубы поддерживаются ухватками, допускающими боковой сдвиг в самых незначительных размерах. Поэтому подводящие стояки, как правило, передвигаются при нагревании вниз, а обратные вверх. Чтобы они не встречали при этом сопротивления, вследствие упора фасонных частей в ухватках, следует располагать последние в холодном состоянии для обратной линии непосредственно под ответвлениями, муфтой и проч., а для подводящей линии на достаточном от них расстоянии и никогда не прямо над ними. Ответвления к нагревательным приборам должны воспринимать удлинения стояков, не допуская передвижения самих приборов, т.-е. должны пружинить, что достигается достаточной их длиной. Непосредственное соединение стояка с вентилем и нагревательным прибором недопустимо.

Если при очень высоких зданиях стояки получаются такой длины, что их удлинение не может быть воспринято одним пружинящим ответвлением, то в стояки следует включать петли (компенсаторы), погасив ими удлинение стояка; за компенсатором следует установить мертвую точку так, чтобы отдельные части стояка работали на удлинение независимо друг от друга.

При больших установках предписывается иногда установка на стояках специальных задвижек; этим дается возможность выключать небольшие участки на предмет ремонта, оставляя в работе остальные. Для того, чтобы можно было обслуживать эти задвижки, необходимо помещать их в доступных местах и снабжать соответствующими обозначениями. Неясность в обозначении ведет к тому, что очень трудно бывает

найти соответствующие верхние и нижние задвижки, почему ими и не пользуются.

При соединении попарно двух подающих и двух обратных стояков в один, задвижки на стояках оказываются бесполезными, так как включенный стояк через нагревательные приборы соединяются с невключенным (фиг. 217).

Для выпуска воды прежде всего запираются обе задвижки, затем верхний воздушный кран и под конец открывается нижний спускной кран. Только таким способом можно избежать излишней потери воды и иметь возможность отвести спущенную воду в такое место, где она не может причинить вреда.

**Пуск системы в ход.** При вторичном наполнении сперва запирается воздушный и спускной кран, затем слегка открывается нижняя задвижка, чтобы вода, стоящая под давлением всей системы, не заполнила слишком быстро нагревательные приборы, отрезав выход воздуху; после этого вновь открывается слегка верхний воздушный кран до тех пор, пока не появится вода, через несколько минут вновь открывается, при чем нередко снова выходит воздух; это продолжается до тех пор, пока вода не будет показываться сразу. Лишь после этого открывается верхняя задвижка, так как до тех пор нет уверенности в том, что в трубопроводе не осталось воздуха, могущего повредить циркуляции воды. Наполнять стояк сверху нельзя ни под каким видом, так как это может вызвать тяжелые перебои в работе.

При низовой разводке (фиг. 216) напор увеличивается лишь тогда, когда нагретая вода не достигнет разводящей линии, лежащей близ котла; лишь после достижения первого стояка и начала его прогревания, напор увеличивается дальше, при чем только в тех стояках, в которых вода уже прогрелась.

Если некоторые стояки имеют слишком большой диаметр в сравнении с требующимся для подвода необходимого количества тепла, и потому не представляют достаточного сопротивления, то может слу-

читься, что этими стояками будет израсходовано все количество воды, подводимое магистралью, а последние стояки вообще не получают теплой воды. В этом случае бывает невозможно прогреть как следует эти стояки; случается, однако, и то, что нагретые ранее стояки высасывают воду из холодных, вследствие чего нагреваются, хотя и слабо, обратные линии холодных стояков. Такая неправильная циркуляция часто встречается при разводках с недостаточным диаметром, при очень низких подвалах. Увеличение диаметров холодных стояков или стояков с обратной циркуляцией бесполезно. Делу может помочь только тщательный пересчет инженером диаметров разводящих линий.

Подающая и обратная линии при низовой разводке располагаются обыкновенно параллельно под потолком подвала. Если расположить их на одинаковой высоте, то при сильно разветвленных системах получаются трудные для выполнения и неэстетичные перекрещивания на ответвлениях от магистралей (фиг. 247). Поэтому рекомендуется обратную линию всегда прокладывать ниже подающей (фиг. 248); этим достигается также более легкая растопка. При расположении на одинаковой высоте необходимо, до начала работ, представить себе точную картину всех перекрещиваний, так как иногда можно натолкнуться на неразрешимые затруднения.

Для облегчения растопки необходимо сразу подняться от котла под потолок подвала и затем вести разводку с умеренным подъемом до стояков. Воздушных и водяных мешков следует избегать.

При очень растянутых системах, а также при незначительной высоте подвала, непрерывный, равномерный уклон может повести к тому, что вблизи котла трубы будут мешать проходу. В таком случае можно нарушить правило равномерного подъема и придерживаться смены подъемов и уклонов. Это требует, однако, устройства специальных воздушных труб, отходящих из каждой верхней точки, для пол-

ного удаления воздуха, а также легко доступных спускных приспособлений из каждой нижней точки.

Переходы на другие диаметры в восходящих линиях делаются с эксцентрицитетом кверху, а в нисходящих—книзу (фиг. 241 по 246).

Соединение стояков с разводкой должно пружинить, так как стояки представляют из себя мертвые точки, относительно которых разводка должна перемещаться. Поэтому магистрали никогда не следует помещать непосредственно под стояками, а сдвигать в сторону, в зависимости от диаметра стояка, на 0,5 — 2,0 м. Ответвление, при расположенных рядом линиях, требует перекрещивания, которое лучше всего выполняется по фиг. 247. Для линий, расположенных одна над другой, лучше всего пользоваться схемой по фиг. 248.

Сказанное относительно верховой разводки остается в силе для стояков и ответвлений к нагревательным приборам.

Для удаления воздуха, скопляющегося в верхнем конце, из высшей точки проводится воздушная труба (фиг. 216).

Ее можно установить или на подводящий трубопровод или же на нагревательный прибор, если ответвления проложены с подъемом в сторону прибора. При этом следует обратить серьезное внимание на то, чтобы воздушник на подводящей линии не соединялся с воздушником на приборе трубкой, заполненной водой, иначе может случиться, что выключенный прибор будет нагреваться через эту трубку. Если таких соединений избежать не удастся, что бывает редко, то необходимо запор перенести на обратную линию.

Воздушные трубы соединяются вместе и выводятся в расширительный сосуд. При этом возможны два вида исполнений: с постоянным подъемом воздушной трубки и сплошном ее заполнении водой, при чем в ней также образуется, хотя и незначительная, циркуляция воды; трубопровод при этом нагревается и предохраняется от замерзания, но при неправильном

расчете трубопровода легко могут получиться перебои циркуляции в самой распределительной системе. Поэтому, перед присоединением к расширительному сосуду, ее часто опускают еще раз вниз (фиг. 216), так что при полной плотности соединений здесь образуется воздушный мешок, препятствующий нежелательной циркуляции. Следует обращать внимание на то, чтобы все части трубопровода были защищены от мороза, а величина мешка была таковой, чтобы в стояки действительно не попадала вода. Высота такого мешка должна быть поэтому не ниже 1 м.

Малейшая неплотность, в таком мешке, пропускающая воздух, влечет за собой постепенное его исчезновение. Перебои в таких случаях совершенно исключаются как и при наполненных водой и нагретых трубах. Полную гарантию против такого просачивания воздуха в трубопроводах, несмотря на их тщательный монтаж, дают только воздушные трубы, лежащие выше расширительного сосуда. Но они подвергаются опасности замерзания.

Выключение стояков посредством кранов производится также, как и при верховой разводке. Если воздушная труба „сухая“, т.е. расположена выше расширительного сосуда, то особого запора не требуется. Если воздушная сборная магистраль лежит ниже расширителя, то воздушные стояки также снабжаются запорными кранами, обозначаемые на чертежах столь же тщательно, как и запорные краны при верховой разводке.

Вода, наполняющая систему в холодном состоянии занимает при нагревании объем больший первоначального. Получается избыток воды, которую надо отводить, чтобы не повредить систему, а при охлаждении ее надо автоматически добавлять воду. Для этой цели в верхней точке системы устанавливается открытый расширительный сосуд. В холодном состоянии вода доходит лишь до его дна; объем этого сосуда должен быть достаточно велик, чтобы принять в себя весь избыток воды, получающийся при сильнейшем нагревании.

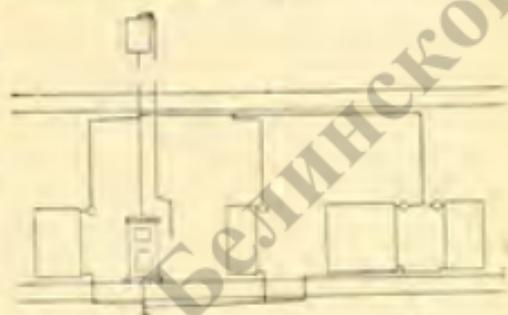
Относительно величины диаметра и способа соединения этих расширительных сосудов с остальной системой существует целый ряд официальных предписаний, которые в различных странах различны в зависимости от степени надежности, которую желают придать таким установкам. Никакого изменения против монтажного чертежа делать поэтому нельзя.

Расширительный сосуд должен своим нижним краем возвышаться над высшей воздухоотводной точкой системы по крайней мере на 1 м, чтобы имела уверенность в том, что все трубопроводы действительно заполнены водой. В крайнем лишь случае, которого следует всячески избегать, можно спускаться до 0,5 м.

Для отвода излишка налитой воды служит переливная труба, отводящая воду из верхней части расширительного сосуда в канализацию или желоб крыши так, чтобы можно было наблюдать за вытеканием воды. Иногда требуется отвод этой воды в котельную; преследуя же одну только безопасность, этого можно и не делать. Обязательно же требуется приспособление, дающее возможность постоянно видеть степень наполнения системы. В прежнее время применялись сигнальные трубки, проведенные от середины расширительного сосуда в котельную, где снабжались запорным краном. Продолжительное вытекание воды из открытого крана (сигнального) означало достаточное наполнение системы; при недостатке же вытекало лишь такое количество воды, какое наполняло трубку. Для избежания потерь в настоящее время предпочитают гидрометры, т.е. манометры, указывающие давление водяного столба, а следовательно и высоту самого столба.

При пуске системы в работу надо обращать тщательное внимание на то, чтобы наполнение ее водой происходило снизу и очень медленно. Быстрое наполнение способствует образованию воздушных пробок, которые не поддаются удалению и вызывают тяжелые перебои в работе. Работку надо производить вначале

только с одним котлом, — даже при наличии нескольких, — и при умеренной температуре воды. Только при температурах не выше  $50^{\circ}\text{C}$  — лучше держаться  $40^{\circ}$ , — можно, более или менее правильно, судить о циркуляции воды и произвести, если требуется, регулировку запорных приспособлений. При более высокой температуре, имея даже большой опыт, трудно получить правильное представление о работе системы. Если пробная работа при умеренной температуре показала хорошее действие системы, можно повысить температуру воды, растопив, если надо, несколько котлов и доводя ее при этом до состояния кипения. Такая повторная работа, после происшедшего охлаждения, служит лучшим доказательством плотности соединений, нежели пробное гидравлическое испытание, даже при максимальных допустимых давлениях.



Фиг. 249. • Схематическое изображение одноэтажного водяного отопления. Котел и нагревательные приборы расположены приблизительно на одном уровне, разводка верхняя и помещается под потолком отапливаемого помещения; обратная линия расположена частью под потолком нижнего этажа. Расширительный сосуд расположен в верхнем этаже, переливная трубка проведена к котлу.

**Одноэтажное водяное отопление.** Особый вид водяного отопления низкого давления с верхней разводкой представляет из себя одноэтажное отопление, применяемое для отдельных квартир, расположенных в одном этаже (фиг. 249). Котел в этом случае помещается на одном уровне с нагревательными приборами, а для получения необходимого напора в распоряжении имеется только охлаждение воды в самых трубах. Необходимым условием действия этой системы является сильная теплоотдача трубопроводов,

почему они никогда не изолируются. Объем этих установок небольшой, а исполнение, обычно, крайне просто. Подающая магистраль располагается под потолком отапливаемого помещения, а обратная под потолком нижнего этажа.

Делались попытки поднимать также и обратную линию и при очень малых установках удавалось достигнуть результата в том смысле, что система приходила в действие при очень высокой температуре. При низких начальных температурах система очень легко отказывается работать, а однажды отставленный и отстыбленный прибор может быть снова нагрет лишь после растопки всей системы.

**Водяное отопление среднего давления.** Эта система отличается от системы низкого давления тем, что она находится не под давлением атмосферы в расширительном сосуде, а под давлением предохранительного клапана. Это дает возможность поднять температуру воды значительно выше температуры нормальной точки кипения, не вызывая парообразования, и нагреть помещения, при прочих равных условиях, меньшими поверхностями нагрева. Обыкновенно выбирают и большую разность температуры воды в подающей и обратной линии, благодаря чему получают меньшие диаметры трубопроводов, чем при водяном отоплении низкого давления.

В обычных условиях эксплуатации предохранительный клапан не доступен для наблюдения и обслуживания, почему к нему предъявляется особо строгие требования в смысле надежности и прочности. Лучшей конструкцией оказалось та, где шпindel погружен непосредственно, без рычажной передачи. Направляющие шпинделя должны быть очень длинными во избежание мятая и заедания.

При охлаждении системы, необходимо дать возможность воде, вытесненной предохранительным клапаном, войти снова в трубопровод. Для этой цели она собирается в расширительном сосуде и как только давление в системе опустится ниже атмосферного,

возвращается обратно через обратный клапан, расположенный под нижним уровнем воды и открывающийся в сторону системы. Некоторыми арматурными заводами изготовлялась специальная комбинация предохранительного и обратного клапанов для водяного отопления среднего давления, но в настоящее время такое устройство найти в продаже трудно.

Принципиально обе системы водяного отопления не отличаются друг от друга. Все правила и указания, данные для системы низкого давления, относятся и к системе среднего давления. Обратить внимание следует на повышенное давление, обыкновенно 5 ат, у клапана и на более высокую температуру, редко превышающую однако  $120^{\circ} - 130^{\circ}$ , и как следствие большее расширение частей от нагревания.

Вследствие высокого давления пользоваться чугунными котлами не рекомендуется, во всяком случае, если не запросить предварительно фирму, указав ей на это обстоятельство и потребовав гарантий. Обращение с нагревательными приборами также требует осторожности; соединение радиаторных секций должно производиться, соответственно высокому давлению, на клингерите и т. п. материале. Соединение труб должно производиться с возможной тщательностью и с применением высококачественного материала.

Высокая температура требует применения во всех частях негорящего материала, особенно уплотнений, набивки и проч.; большое внимание надо обратить также на возможность хорошего расширения.

**Водяное отопление высокого давления (система Перкинса).** Эта система в своем построении и исполнении совершенно отличается от нормального водяного отопления (фиг. 250 и 251). Она также совершенно заполнена водой. Перенесение тепла от точки к местам потребления производится также водой, циркулирующей в трубопроводе, но котел, разветвленный трубопровод и нагревательные приборы нормальной системы, заменены здесь непрерывным трубопроводом без разветвлений, одного постоянного диаметра, в котором

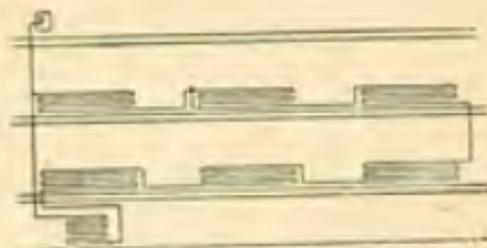
вода нагревается, передается к местам потребления и постепенно (но не равномерно, а скачками) охлаждается. Вся система находится во время работы под большим давлением.

Весь трубопровод распадается на змеевик в топке, передающую линию и нагревающие части в отдельных помещениях, включенные последовательно.

Выключить отдельный нагревательный прибор возможно только после открытия обводной линии (фиг. 250), так как иначе прекращается циркуляция во всей системе.

● Температуру в системе Перкинса доводят до  $150-180^{\circ}$ , не обращая, обычно, внимания на давление. Наблюдались давления до 150 ат под предохранительным клапаном. Разница температуры должна быть очень большая, так как для передачи воды имеется в распоряжении лишь очень малое сечение трубопровода.

Не редкость разница температуры в  $60-80^{\circ}$ . Скорость циркуляции очень большая, несмотря на незначительное количество протекающей воды. Поэтому нет возможности передавать большое количество тепла от змеевика в топке к нагревательным приборам и производительность остается в очень узких границах. Для больших установок требуется несколько групп, которые, во избежание возможных неравномер-



Фиг. 250. Схематическое изображение центрального водяного отопления высокого давления (система Перкинса). Вся система состоит из одного трубопровода, часть которого служит для получения тепла (котельный змеевик), часть для распределения и большая часть для теплопередачи помещениям. Все части включены последовательно, не обращая внимания на угол. Выключить прибор возможно только, если сделать обводную линию и установить трехходовой кран (верх, середина). Расширение в открытой сосуд с всасывающим и нагревательным клапаном.

прижении лишь очень малое сечение трубопровода. Не редкость разница температуры в  $60-80^{\circ}$ . Скорость циркуляции очень большая, несмотря на незначительное количество протекающей воды. Поэтому нет возможности передавать большое количество тепла от змеевика в топке к нагревательным приборам и производительность остается в очень узких границах. Для больших установок требуется несколько групп, которые, во избежание возможных неравномер-

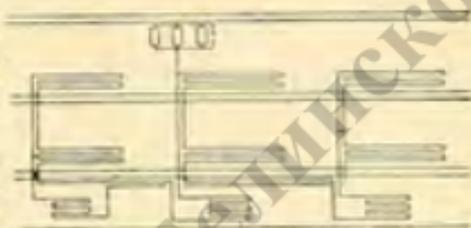
ностей, соединяются последовательно в одну общую циркуляционную линию (фиг. 251).

Новых установок по системе Перкинса в настоящее время не делают.

Принимая во внимание высокое давление и температуру, применяют для этой системы специальные, очень толстостенные трубы (трубы Перкинса) с диаметром в 22 мм в свету и наружным в 33 мм. Соединения труб исключительно металлические; муфты железные с правой и левой цилиндрической, мелкой резьбой; уплотнение производится прижатием острого края стенок одной трубы к плоско срезанным стенкам другой. При применении хороших труб и муфт и при очень тщательном монтаже эти соединения держат неограниченно долгое время, даже при очень тяжелых условиях (ср. ч. I этой книги).

Вся арматура должна быть особенно солидной; клапаны и краны снабжаются очень длинными сальниками, с лучшей набивкой для высокого давления.

Небольшие, оставшиеся после наполнения воздушные пузырьки, увлекаются, вследствие большой скорости воды, в узких трубах в сторону также и противоположную их естественному стремлению вверх; это дает возможность прокладывать трубопровод не обращая внимания на удаление воздуха, т.-е. вверх и вниз; в любой последовательности.



Фиг. 251. Схематическое изображение водяного отопления высокого давления (система Перкинса). Несколько групп включены последовательно, из которых каждая в отдельности имеет вид, изображенный на фиг. 250. Обратная линия первой группы переходит в змеевик второй группы и т. д., а линия последней группы в точный змеевик первой. Расширение происходит в закрытом сосуде, в котором находится там воздух сжимается поступающим из системы избытком воды.

Вместо котла имеется змеевик, помещенный в обмуровке, снабженной топкой. Автоматической регулировки горения не делают; обслуживающий персонал регулирует процесс горения в зависимости от потребности. Единственным прибором для контроля служит, зачастую, один лишь термометр, который однако не погружается в воду, а лишь прикладывается, указывая приблизительно температуру поверхности.

Очень важное значение имеет приспособление для прокачивания воды, устанавливаемое в месте наполнения системы. Конструкция его со временем сильно изменялась и поэтому рекомендуется при незнакомой системе перед употреблением предварительно разобрать его, так как иначе возможна неудача.

Систему Перкинса нельзя присоединять непосредственно к водопроводу, так как иначе в ней останется слишком много воздуха, который будет мешать и даже сделает невозможным циркуляцию воды. Приспособление для прокачивания дает возможность прервать трубопровод в обратной линии вблизи топочного змеевика. Этот змеевик присоединяется наветательным патрубком к ручному насосу, засасывающему воду из большого промежуточного резервуара, между тем как обратная линия заканчивается в этом же сосуде под уровнем воды. Наполнение производится насосом из этого резервуара, который, по мере убыли воды, пополняется из водопровода. Когда система наполнится в ней все же останутся многочисленные пузырьки воздуха, которые при дальнейшем прокачивании воды насосом увлекаются и поступают в вышеупомянутый резервуар в котельной. Здесь они поднимаются на поверхность, а насос засасывает воду уже без воздуха.

Так как во время растопки из воды вновь выделяется воздух, то рекомендуется продолжать прокачивание при умеренной топке и нагреве воды до 70—80° до тех пор пока в продолжении долгого времени не будут больше подниматься пузырьки. При больших установках эта операция требует иногда несколь-

ких часов. По окончании этой работы около прокачивающего крана вновь восстанавливаются правильные, нормальные соединения трубопровода, насос удаляется и установка готова к работе. Дальнейшее выделение воздуха может быть лишь крайне незначительным и пузырьки воздуха без труда увлекаются водой.

Расширение воды от нагревания происходит в старых установках обычно в специальном, закрытом расширительном сосуде, (воздушном колпаке, фиг. 251).

Во время прокачивания воды они остаются в стороне от циркуляции воды и сохраняют свой воздух. При нагревании и расширении вода, через узкую соединительную трубу, поступает в воздушный колпак, сжимает воздух и создает таким образом необходимое высокое давление. Полная воздухопроницаемость, которой очень трудно добиться, для этой системы является необходимым условием. При малейшей неплотности воздух выходит, а это не дает возможности поддерживать во время работы правильное действие, получается преждевременное парообразование или же расширение воды не находит безопасного выхода и должно разорвать стенки, что происходит обычно в наиболее слабом месте, т.е. в сильно нагретом котле (змеевике).

Впоследствии на расширительный сосуд стали устанавливать предохранительный клапан, так же как и при водяном отоплении среднего давления (фиг. 250). Нагрузка клапана выбирается конечно значительно выше.

Система отопления Перкинса имеет очень небольшой водяной объем и к тому же в виде тонкой нитки и поэтому она еще в большей степени подвергается опасности замораживания, нежели водяное отопление низкого давления.

Эту опасность пробовали предотвратить, добавляя к воде вещество сильно понижающее точку замерзания.

Смешивание с алкоголем (спиртом) в установках с предохранительными клапанами не оправдало себя.

При этом было замечено следующее явление: при понижении давления или охлаждения всей системы прежде всего испаряется спирт, поднимается в виде пара кверху, скопляется в высшей точке, т.-е. около расширительного сосуда, при дальнейшем охлаждении конденсируется там, а при вторичном нагревании в первую очередь выдавливается в сосуд. После небольшого промежутка времени в расширительном сосуде оказывается очень сильный раствор спирта, а в самом трубопроводе — ничтожный. Предполагавшееся предохранение от мороза оказывается недостаточным, а открытый сосуд наполненным, опасной в пожарном отношении, жидкостью, может при неосторожном обращении вызвать тяжелые последствия.

Примесь глицерина также в значительной степени понижает точку замерзания, однако оказалось, что уплотнения в местах соединения труб, непроницаемые для воды высокого давления, пропускают глицерин, который поэтому быстро исчезает.

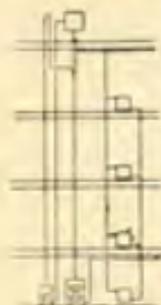
Различные добавлявшиеся к воде соли разъедают железо и применять их не рекомендуется.

Дальнейших опытов в этом направлении больше не делается, так как применение системы Перкинса очень не велико.

**Системы отопления с побудительной циркуляцией.** Под этим названием подразумевается также водяное отопление, при котором главный подающий стояк, кроме воды, наполнен отчасти паром или воздухом и производимое им давление значительно меньше, чем у сплошного столба горячей воды. Газообразная примесь выделяется в верхней части стояка, так что вода в нисходящих участках свободна от пузырьков и потому напор получается значительно больший. Этим достигается большая скорость воды и малые сечения труб. Высота положения котла в сравнении с нагревательными приборами, вследствие большого добавочного напора от пузырьков газа, значения не имеет.

Различные виды систем с побудительной циркуляцией отличаются друг от друга составом добавляемого газа, способом его подмешивания к воде и выделения. Здесь мы вкратце опишем лишь несколько главных представителей этой системы отопления.

Первая система водяного отопления с побудительной циркуляцией была предложена Рекком (фиг. 252).



Фиг. 252. Схематическое изображение водяного отопления с побудительной циркуляцией по системе Рекка. Рядом с водогрейным котлом помещен небольшой паровой. Чтобы избежать попадания воды из системы отопления в паровой котел, пар нагнетается в воду

через специальную петлю, расположенную выше уровня воды в расширительном сосуде; паро-водяная смесь в верхней части стояка значительно легче воды в нижележащих участках и создает усиленный напор. Вследствие высокой температуры воды пар быстро конденсируется. Если часть пара все таки выбивается из стояка, то она может удалиться через расширительный сосуд. Конденсат возвращается в котел из расширительного сосуда через переливную трубку.



Фиг. 253. Схематическое изображение системы водяного отопления с побудительной циркуляцией по Брукверу. В водогрейном котле вода нагревается свыше 100°.

В верхней части стояка давление значительно уменьшится, скажется влияние перегрева и начнется парообразование, увеличиваясь вместе с дальнейшим подъемом трубы. Вследствие этого создается усиленный напор. В целях конденсации пара обратная вода системы вновь поднимается вверх и в специальном конденсаторе поглощает теплоту пара.

В специальном парообразователе, состоящим иногда просто из змеевика и располагаемым в точке водогрейного котла получается пар; специальной трубой он падает почти до высшей точки системы и там нагнетается в воду. Температура воды поддерживается несколько ниже чем у пара, так что впущенный пар довольно быстро конденсируется. Остающаяся часть направляется в расширительный сосуд и отсюда может

удалиться наружу. Обыкновенно выпуск пара регулируется таким образом, чтобы улетучивания его не происходило.

При системе отопления по Брюкнеру (фиг. 253) вода нагревается в котле свыше  $100^{\circ}$  и поднимается вверх. По достижении ею такой высоты, когда она при достигнутом давлении и имеющейся температуре, должна кипеть, начинается парообразование, увеличивающееся с дальнейшим подъемом. В специальном расширении стояка вода отделяется от пара и, имея температуру в  $100^{\circ}$ , направляется в систему отопления. Чтобы сконденсировать выделенный пар, охлажденная в системе обратная вода еще раз поднимается вверх и через холодильник для пара (конденсатор) попадает обратно в котел.

Система водяного отопления с паро-воздушной побудительной циркуляцией также имеет самостоятельный паровой котел, однако пар не примешивается непосредственно к воде, и служит для засасывания, посредством пароструйного аппарата, воздуха, который и добавляется в воду. Воздух удаляется через расширительный сосуд, а пар без остатка конденсируется в более холодной воде.

Для всех подобных устройств должны иметься точные рабочие чертежи, из которых ясно было бы видно все данные относительно размеров, положения, уклонов и проч.

Вследствие значительно больших напоров диаметры трубопроводов получаются значительно меньше, чем при естественной циркуляции.

Все принципиальные правила для водяного отопления с естественной циркуляцией относятся и к системам с побудительной циркуляцией.

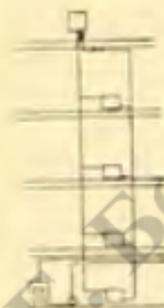
**Водяное отопление с насосным побуждением.** При такого рода отоплении циркуляция воды производится напором, создаваемым механической энергией. Обыкновенно для этого пользуются центробежными насосами, приводимыми в движение электромотором, паровой турбиной или каким-ни-

будь другим имеющимся в распоряжении двигателем (фиг. 254).

Напор, создаваемый этим способом значительно больше, чем при всякой другой системе водяного отопления, благодаря чему можно преодолевать значительные расстояния; одновременно с этим появляются однако такие явления, которые требуют большого внимания при проектировке, монтаже и пуске в ход. В то время, как в системах с исключительно естественной циркуляцией в каждой точке системы господствует давление, соответствующее ее вертикальному расстоянию от уровня воды в расширительном сосуде, в этой системе появляются добавочные давления, величина которых может достигать величины напора, создаваемого насосом. Если насос

создает напор в несколько атмосфер, что часто встречается при районном отоплении, то давление может быть больше или меньше статического на эту же величину. Поэтому, например, воздух может засасываться также в таких местах, которые лежат значительно ниже уровня воды в расширительном сосуде, а с другой стороны в нагревательных приборах, расположенных не очень низко, давление может превышать допустимую границу.

Принять во внимание все эти условия и выявить все необходимые мероприятия на монтажном чертеже — дело инженера. Монтер же должен, принимая во внимание возможность перебоев, точно придерживаться данных указаний и никогда не предпринимать самостоятельно никаких, хотя бы и незначительных,



Фиг. 254. Схематическое изображение водяного отопления с насосным побуждением. Для создания увеличенного напора в обратную линию включается насос.

Расширительный сосуд снабжен циркуляцией. Чтобы не повредить работе системы чрезмерным увеличением количества циркулирующей воды, в обратную линию включается специальное сопротивление (кран, регулировочный трюник).

изменений. Это прежде всего относится к присоединению расширительного сосуда, зависящему от господствующего в каждой точке давления, а затем и к прокладке и размерам трубопровода, которым определяется распределение и изменение давления.

Минимальный напор в сравнении с статическим напором неподвижной воды имеется вблизи всасывающего отверстия насоса, к нагнетательному отверстию оно повышается до максимального и постепенно падает на протяжении всего трубопровода до величины около всасывающего отверстия. Для изменения работы насоса в трубопровод, за ним и до него, включаются манометры.

В точке соединенной с открытым расширительным сосудом простым трубопроводом устанавливается давление в точности равное статическому. Если сделать присоединение у входного отверстия насоса, в месте наименьшего давления в системе, то давление будет повышаться до давления равного статическому, увеличенному на величину напора насоса, а затем вновь постепенно спадает, но нигде не спустится ниже статического. При таком исполнении в системе могут появляться слишком большие давления, которые окажутся опасными для котлов и нагревательных приборов; но никогда не будет засасываться воздух.

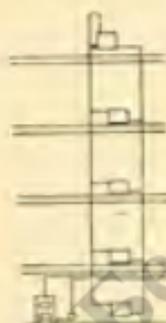
Если присоединить расширительный сосуд к выходному отверстию насоса, то образование чрезмерных давлений становится невозможным, но зато может получиться где нибудь пониженное давление, вследствие чего может засасываться через неплотности воздуха, что повлечет за собой тяжелые перебои в работе. Добиться же полной воздухо непроницаемости трубопровода никогда нельзя, даже если он совершенно не пропускает воду и пар.

Увеличение или уменьшение давления не имеет практического значения, если работа производится с совершенно незначительной разницей давления, примерно до 3 м вод. ст.

Если соединить расширительный сосуд двумя трубками с различными точками отопительной сети, где имеются различные давления (фиг. 254), то в местах присоединения, при полном наполнении, получится циркуляция. Чтобы не нагружать чрезмерно систему таким количеством циркулирующей воды, необходимо, хотя бы в одной из них, поставить сопротивление, напр. в виде регистрирующего тройника или клапана.

Для предохранения котлов часто проводят от них открытую трубу до расширительного сосуда. Во избежание замерзания и для увеличения степени надежности котла проводят отсюда иногда обратную линию в точку с небольшим давлением. В таком случае ни одну из соединительных трубок сужать нельзя, а рекомендуется поднять цитателный стояк на такую высоту над уровнем в сосуде, чтобы насос не мог выдавливать воду, для достижения же циркуляции дают узкое соединение в нижней части, снабженное сопротивлением (фиг. 255).

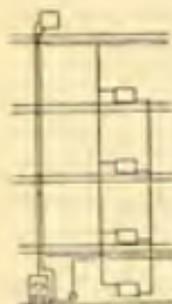
Особые меры предосторожности оказываются излишними, если оба трубопровода присоединены в местах с почти одинаковым давлением, напр., если подающая и обратная линия проведены непосредственно к котлу так, что насос остается вне предохранительного кольца (фиг. 256). В таком случае вода циркулирует



Фиг. 255. Схематическое изображение водяного отопления с насосным побуждением. Расширительный сосуд присоединен таким образом, что расширительная труба от нагревательного отверстия насоса ведет прямо

вверх мимо расширительного сосуда, так что даже при максимальном напоре насоса никакой воды вытечь не может. При вскипании же выход пара совершенно открыт. Чтобы при нормальной работе получить умеренную циркуляцию через расширительный сосуд, делается соединение между стояком и расширительным сосудом ниже уровня воды в последнем, со включением дроссель-клапана. Обратная линия остается при этом совершенно свободной.

через расширительный сосуд исключительно под влиянием силы тяжести, совершенно не загружает часть трубопровода предназначенного для циркуляции от насоса, кроме того, это соединение служит предохранительным приспособлением в случае порчи насоса, а очень значительное сопротивление в виде неработающего насоса совершенно выключено.



Фиг. 256. Схематическое изображение водяного отопления с насосным побуждением. Присоединение расширительного сосуда произведено для подающей и обратной линии с одной и

той же стороны насоса, так что циркуляция происходит только под влиянием силы тяжести. Обратную трубу расширительной линии нельзя использовать для присоединения нагревательных приборов. Однако при остановке насоса гарантирована правильная циркуляция между котлом и расширительным сосудом.

С первого взгляда кажется возможным соображения, высказанные относительно способов присоединения к котлу системы с естественной циркуляцией, распространить также и на системы с насосным побуждением и присоединить подающую и обратную линии, без особых мер предосторожности. Однако при этом, часто получаются недоразумения, если не принять мер к тому, чтобы обратная вода через нижнее соединение секций распространялось по всему дну котла, прежде чем подняться вверх. Часто случается, главным образом у котлов, где обратная линия

присоединена к задней секции выше секционных соединений, что холодная вода поднимается кверху и не будучи достаточно нагретой попадает к заднему, верхнему присоединению системы к котлу, между тем как термометр в передней части показывает гораздо большую температуру. Это не имеет влияния на предохранение расширительного сосуда от замерзания, но может иногда тяжело отозваться на работе нагревательных приборов.

Для котлов, к которым присоединяются системы с естественной циркуляцией и с насосным побуждением необходимо принять меры к тому, чтобы обратная вода распределялась равномерно по всем секциям, вставляя, например, специальную распределительную трубку.

Несмотря на большие скорости воды воздух чрезвычайно опасен для насосного отопления. Правда, появления воздушного мешка в узких трубопроводах можно, пожалуй, и не опасаться. Однако, воздух скопится в нагревательных приборах, и особенно в радиаторах, образует при входе мешки и делает невозможной какую-либо циркуляцию. Поэтому следует обратить величайшее внимание на возможно полное удаление воздуха перед нагревательными приборами.

Опыт показал, что воздух выделяется в виде маленьких пузырьков из холодной воды при ее нагревании; при большой скорости воды он ею увлекается, даже в сторону обратную его естественного стремления вверх. При малых же скоростях он начинает отделяться и поднимается кверху, даже против течения.

Обыкновенно в широких трубах скорость воды бывает меньше, нежели в узких и в них легче происходит отделение воздуха. Поэтому, затруднение с удалением воздуха при нижней разводке со многими сравнительно узкими стояками, в общем, меньше, чем при верхней разводке с одним единственным стояком большого диаметра. Одно из необходимых условий для хорошего удаления воздуха из системы — это малые скорости при переходе восходящих линий в горизонтальные. Часто для этого требуется дать подающей линии значительно большие диаметры, чем то требуется сопротивлением. Естественным следствием будет очень узкий обратный трубопровод. Диаметр подающих стояков и ответвления к прибору в  $\frac{3}{4}$ , а обратных ответвления и стояка в  $\frac{1}{2}$  будет явлением вполне нормальным (фиг. 257).

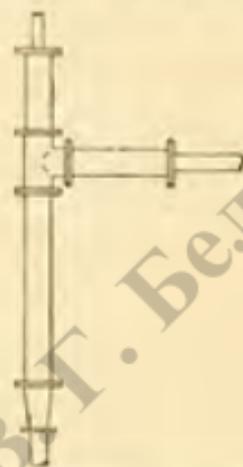
Следует обратить внимание на то, чтобы скорость в ответвлении вблизи стояка, также была незначительной, т. е. чтобы диаметр в этом месте был большой.

Желательно иметь мешок достаточных размеров для скопления воздуха, т. е. необходимо продолжать



Фиг. 257. Ответвления к нагревательному прибору, предусматривающие удаление воздуха при насосном отоплении. Для выделения воздушных пузырьков подающему стояку.

подающему стояку, ответвлению, также как и первой части воздушной трубки, дав очень большой диаметр. На порядочном расстоянии от места выделения воздуха подающее ответвление и воздушная трубка сильно суживаются; обратная дуга сплошь имеет небольшое сечение.



Фиг. 258. Место для выделения воздуха в системе водяного отопления с насосным побуждением и верхней разводкой. Для обеспечения наружного выделения воздуха из трубы диаметр трубы в начале ответвления к расширительному сосуду сильно увеличивается.

вследствие чего скорость воды понижается. Расширение начинается задолго до места выделения воздуха, чтобы получить равномерное распределение скорости. В достаточном расстоянии от места выделения воздуха сечения трубы опять уменьшается.

вверх большое сечение стояка на некоторое расстояние от ответвления, прежде чем перейти на небольшой диаметр воздушной трубки. Это вынуждает, особенно при верхней разводке, включать в верхней части участка с широкими трубами, диаметр которых значительно превосходит диаметр самого стояка (фиг. 258). Относительно такого расширения трубопровода необходимо давать самые точные указания в монтажном чертеже.

Насосы в настоящее время применяются почти исключительно центробежные. Вначале пользовались

также и поршневыми, но полученные с ними результаты, вследствие неравномерности работы (толчки), оказались неудовлетворительными. Главным образом получался шум, который можно было уничтожить только значительным снижением числа ходов, а следовательно и понижением производительности.

Привод насосов осуществляется обычно непосредственно соединенными электромоторами, реже паровой турбиной. Привод от трансмиссионного вала редко встречается.

Незначительного сотрясения машины, даже при выборе небольшого числа оборотов, а следовательно и дорогих двигателей, избежать трудно. Стараются избежать этого установкой насоса на возможно тяжелом фундаменте, а остающиеся еще, совсем незначительные, сотрясения уловить упругой подкладкой, напр., пробковыми плитами, сухим песком и проч., не давая им распространяться на стены здания. Распространение шума по трубопроводам можно уменьшить включением пружинящих частей, напр., металлических рукавов.

Если колебания передадутся самой воде, то эти средства недостаточны, и в некоторых установках слабое гудение слышно еще на большом расстоянии от насоса. В таком случае, все соединения надо ставить на звукопоглощающей массе, свободно пропуская, напр., анкерные болты сквозь стену и укрепляя их с обеих сторон гайками с шайбами на пробковых прокладках. Это средство очень дорогое, а эффект его зависит в большой степени от тщательности исполнения. Более верным средством будет постараться уничтожить первопричину зла, а для этого надо выбрать насос с небольшим числом оборотов, солидную конструкцию всех частей, иметь тщательную и аккуратную работу и в особенности бесшумно работающий электромотор, что не всегда удается найти среди моторов трехфазного тока.

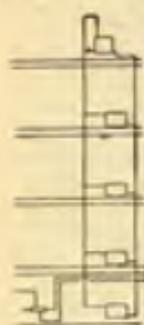
Отдельные части отопительных систем с насосным побудителем следует располагать таким образом, чтобы при всех обстоятельствах было обеспечено легкое обслуживание. Поэтому необходимо устанавливать на доступной высоте все тонки, а при непосредственном нагревании, соответствующие приборы, запорные и регулировочные приспособления и главным образом насосы. Это вынуждает обыкновенно пользоваться соединением труб, которое нельзя выполнить без воздушных мешков. Каждый такой мешок должен снабжаться надежным воздухоотводчиком, при чем можно и не обращать такого внимания на удаление всех мельчайших воздушных пузырьков, так как закупоривания воздушной пробкой здесь не может быть. Расположение трубопроводов требует большого внимания, чтобы избежать ненужных скрещиваний, которые сильно уменьшают рабочую высоту помещения для обслуживания. Поэтому обязательно рекомендуется изготовить на основании строительных планов подробный рабочий чертеж централи со всеми размерами, к которым монтаж должен в точности придерживаться.

**Система водяного отопления с пароструйным элеватором (инжектором).** Эта система представляет из себя особый вид отопления с пароструйным побуждением. Необходимый добавочный напор создается здесь инжектором, который одновременно сообщает воде потребное тепло. (Фиг. 259).

Главным недостатком системы отопления с пароструйным элеватором является большой шум, делающий ее неприменимой в жилых зданиях, а также сокращение напора при уменьшении тонки, так что центральная регулировка у нее не такая совершенная, как в остальных системах водяного отопления. Подразделение магистрали на отдельные части, параллельным включением нескольких элеваторов, лишь немного помогает делу (Фиг. 260).

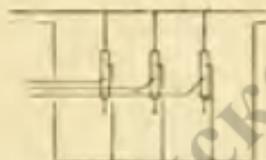
Благодаря впуску пара система постоянно пополняется новой водой, которую необходимо спускать

через переливную трубку расширительного сосуда. Рекомендуется соединять переливную трубку с конденсационной магистралью, чтобы возвращать воду обратно котлам.



переливную трубку расширительного сосуда.

Фиг. 259. Схематическое изображение водяного отопления с пароструйным элеватором. Установка в точности соответствует системе с насосным побуждением, только вместо насоса здесь установлен пароструйный элеватор (инжектор). Вводимый пар непрерывно стекает в виде конденсата через



Фиг. 260. Схематическое изображение централизованного водяного отопления с инжекторным побуждением с подразделением на участки благодаря нескольким включенным параллельно инжекторам.

Пар редко бывает свободен от воздуха и последний постоянно добавляется в систему. Поэтому необходимо, обращать серьезное внимание на удаление воздуха. Несоблюдение этого совета может повлечь за собой остановку целых больших участков отопления.

В остальном для всех этих видов центрального водяного отопления остаются в силе все указания, данные для системы с естественной циркуляцией.

## IV. Паровое отопление.

При всех системах парового отопления передатчиком тепла служит пар; получается он в паровых котлах, по трубам направляется к местам потребления и здесь снова конденсируется в воду. При конденсации освобождается скрытая теплота парообразования каковая используется для отопления помещений.

В котлах пару дают большее давление, нежели требуется около нагревательных приборов, а избыток его идет на преодоление сопротивления при движении. В большинстве случаев, конденсат, образовавшийся из пара, после теплопередачи возвращается обратно в котел. Исключения из этого встречаются особенно в очень растянутых системах высокого давления, но правилом служить не могут.

**Паровое отопление низкого давления.** В этих системах принято работать с очень невысоким давлением пара, не превышающим обычно 1 м вод. ст. (0,1 атм.). Однако существенным признаком этой системы служит не это низкое давление, а предписанное для нее законом устройство,—предохранительная труба, благодаря которой котел освобождается от официального надзора.

Согласно существующему закону от официального надзора освобождаются такие котлы, которые снабжены вместо предохранительного клапана открытой трубой, наполненной только водой высотой не ниже 5 м и диаметром в свету, по крайней мере, в 80 мм, так называемой предохранительной трубой. Для небольших котлов в Германии разрешают и меньшее сечение предохранительных труб. Предел допускаемого давления никогда почти полностью не используется, разве только для специальных целей: стирки и варки. Небольшие установки выполняются часто с давлением в 0,05 ат (0,5 м вод. ст.), а большие работают редко, с давлением выше 0,2 ат (2 м вод. ст.).

Конструкции котлов подробно разобраны в 1 части настоящей книги. Применение чугуна со всеми его преимуществами стало возможным потому, что установка предохранительной трубы для парового отопления низкого давления дала последнему возможность освободиться от всякого официального надзора.

Относительно устройства приспособлений для наполнения и спуска, все необходимое сказано в предыдущих главах. Размеры вследствие меньшего

объема воды могут быть меньше, чем при водяном отоплении.

Очень важной частью для обслуживания является манометр, показывающий в любой момент давление в котле. Разумеется, для правильного показания необходимо, чтобы он сохранялся в исправном состоянии. Наличие при нем контрольного крана для возможности полной его разгрузки, обязательно. Важно также, чтобы манометр был установлен в подходящем месте. Очень часто в местах присоединения системы к котлу получаются большие потери в давлении и манометр, установленный в трубопроводе, вблизи котла, покажет давление значительно меньшее, чем имеется действительно в котле. Одно из важнейших поэтому правил — ставить манометр непосредственно на котле.

Влияние водяных мешков на показания манометров также разобрано в I части этой книги. К указанным источникам ошибок иногда прибавляется еще одна: если монтер, при очень низких котлах, для удобства считывания или для возможности считывания с верхнего уровня пола котельной, включит между котлом и сифонной трубкой манометра длинную узкую трубку, полностью или частично заполненную водой, то показание будет неправильно на высоту получающегося водяного столба.

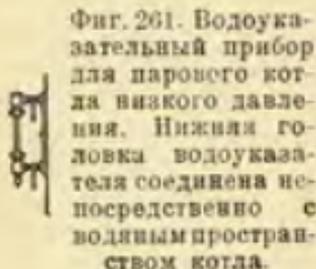
Следовательно, манометр должен быть не только присоединен к самому котлу, но между ним и котлом должна быть включена только сифонная трубка, доставляемая с манометром арматурным заводом.

Соединение котла с водоуказательными приборами может производиться различным способом, о наибольшей целесообразности которых существуют еще различные мнения.

Некоторые известные котельные заводы соединяют головки водоуказательных приборов, помощью коротких патрубков, непосредственно с паровым и соответственно с водяным пространством котла (фиг. 261); другие же соединяют нижнюю головку с самой ниж-

ней точкой водного пространства помощью длинной нисходящей трубки (фиг. 262).

При первой конструкции показания водомерного стекла будут следовать за каждым колебанием уровня воды при волнении в котле. Показание, значит, неспокойное, но соответствует действительному состоянию уровня в котле. При второй конструкции колебания уровня вряд ли будут оказывать влияние на показание в водомерных стеклах, но будет чувствоваться влияние изменения веса воды в котле.



Фиг. 261. Водоуказательный прибор для парового котла низкого давления. Нижняя головка водоуказателя соединена непосредственно с водяным пространством котла.



Фиг. 262. Водоуказательный прибор для парового котла низкого давления. Нижняя головка водоуказателя соединена с нижней частью котла посредством трубки.

Если при длинных трубопроводах и больших сопротивлениях возврат конденсата в котел в значительном количестве задерживается на более или менее продолжительное время, то это отчетливо сказывается при второй конструкции. При первой конструкции эти потери совершенно или частично сглаживаются волнением и увеличением пространства в котле. В случае применения железных котлов с большим водяным объемом и спокойным парообразованием, это явление не оказывает никакого влияния; у чугунных же и малых котлов всех видов оно очень сказывается, вследствие сильного бурления и увлечения воды.

Колебания уровня воды и в особенности неравная его высота в различных котлах большой системы играет большую роль в паровом отоплении низкого давления. Следует остерегаться бороться с одним лишь внешним проявлением причины, а надо найти основную причину и стараться ее устранить.

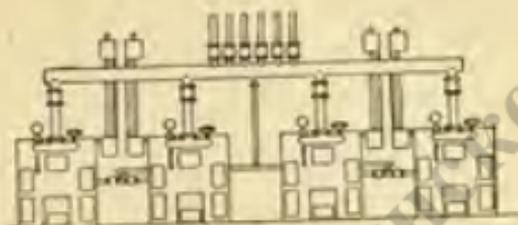
Важно также поскорее выделить из пара, механически увлеченную из котла и не успевшую еще испариться, воду. Для достижения этой цели пользуются двумя способами.



Фиг. 263. Паровой котел низкого давления с сушкой пара в трубопроводе непосредственно над котлом, благодаря внезапному изменению направления трубы. Стояк присоединен под паропроводом непосредственно над верхним уровнем воды; подающая линия дренирована.

Первый способ состоит в выбра-

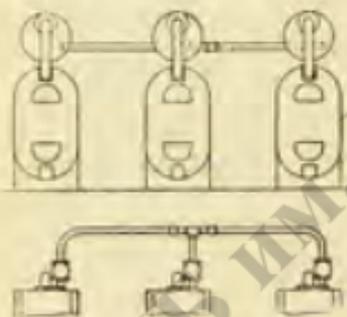
сывании водяных капелек, при внезапном изменении направления пароводяной смеси, движущейся с большой быстротой (фиг. 263). Обычно для этого устанавливают на котле отвод, а к дальнейшей горизонтальной части присоединяют тройник, через один из отростков которого пар направляется дальше, а большая часть воды через водород возвращается обратно в котел.



Фиг. 264. Котельная установка для парового отопления низкого давления, состоящая из четырех больших секционных котлов с ответвлениями и паросборником. Для осушки пар направляется в довольно высокий вертикальный стояк, где он по пути теряет большую часть увлеченной и не испарившейся воды. Широкая паросборная труба содействует хорошему выравниванию давления между котлами. Сolidная дренажная система отводит из паросборной трубы в котел весь образовавшийся в ней конденсат. Обслуживание как задвижек у котлов, так и для различных участков сети производится с площадки, помещенной над котлом. Запор конденсационной линии расположен внизу непосредственно у соответствующего котла. Манометр с сифонной трубкой и регулятор горения прикреплены к передней паросборной трубке у котла, а предохранительная труба к заднему фланцу у котла.

В тех случаях, когда котел нагружен слабо и вода поступает в пар в небольшом количестве, этот способ дает удовлетворительные результаты. При более значительных нагрузках у самого котла создается слишком большая потеря давления и может губительным образом отозваться на работе всей установки.

В этом случае второй способ оказывается вполне удовлетворительным. В широкой вертикальной трубе, присоединенной к котлу, высотой, по крайней мере, 1 м, пар получает такую незначительную скорость, что все увлеченные им водяные капли выпадают и падают обратно в котел. При очень больших котельных установках это исполнение дает возможность хорошего расположения всех частей. Не следует и в этом случае забывать снабжать горизонтальный трубопровод хорошим водоотвозом. На фиг. 264 изображена котельная установка, в которой проведено это устройство вместе с подразделением на группы всей отопительной системы.



Фиг. 265. Устройство приспособления для выравнивания уровня воды для группы из трех паровых котлов низкого давления. Непосредственно под уровнем воды проложен обычно 2" трубопровод, запирающийся у каждого котла. Для выключения котла необходимо закрыть три задвижки или клапана.

Очень излюбленные в одно время и рекомендовавшиеся выравнивающие трубопроводы для воды или пара парализуют лишь внешнее проявление, но первопричину и другие вредные последствия увлечения воды не уничтожают.

При трубопроводах для выравнивания уровня воды прокладываются непосредственно под ним специальная, обычно 2" линия с запирающимися ответвлениями к котлам (фиг. 265). Достигаемый ре-

зультат, даже в отношении колебания уровня воды, далеко не достаточный; обслуживание установки сильно

затрудняется, а остальные повреждения установки не устраняются.

Выравнивающие трубопроводы, которые таким же образом соединяют паровые пространства котлов, обладают теми же недостатками. Их действие оказывается полезным лишь в том случае, если их ответвления до общей сборной магистрали имеют разное сопротивление, разница же в подаче пара так незначительна, что она легко выравнивается сравнительно узким трубопроводом.

Во всяком случае, прежде чем предпринимать какие-либо меры, необходимо точно выяснить причину разного уровня воды.

Некоторое представление об этом может дать небольшой, произведенный в установке, опыт с простым рукавом.

Чтобы выяснить размер волнения воды в котле соединяют последовательно для всех котлов спускной кран котла с пробным у водоуказателя (фиг. 266), посредством рукава, предварительно совершенно наполненного водой, закрывают нижний кран водомерного стекла и открывают пробный и спускной кран. Так как в рукаве и в водомерном стекле находится только вода, с другой же стороны в котле находится паро-водяная смесь, то видимый уровень воды тотчас же опустится; величина этого опускания служит мерилем бурления в котле. Если уровень воды в различных котлах падает на одну и ту же величину, т.е. если уровень в котлах, имевших более высокий уровень, падает более значительно, то причину колебания надо искать не в трубопроводах, а в самих котлах. Иногда бывает достаточно наполнить котлы свежей водой, предварительно тщательно промыв их, чтобы освободить их от накипи, ила и масла.

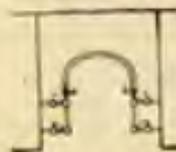
Равномерное опускание дает основание предположить разницу давлений в котле, что можно установить, соединив между собой пробные краны водоуказателей двух котлов (фиг. 267). При этом необходимо обращать особенное внимание на то, чтобы в ру-

каве не оставалось воздуха. Открыв пробные краны после закрытия водомерных кранов, можно непосредственно увидеть разницу в давлении, вызванную небольшими колебаниями. В случае равномерной нагрузки котлов, ошибку следует искать в паропроводах, которые оказывают прохождению пара неравномерное



Фиг. 266. Приспособление для исследования волнения в паровом котле низкого давления. Нижний пробный кран у водомерного стекла соединяется со спускным краном котла

помощью рукава, тщательно наполненного водой. При закрывании нижнего водомерного крана и открытии пробного и спускного кранов, уровень воды в стекле будет настолько ниже, чем при правильном положении крана, поскольку это соответствует высоте паровых пузырьков в передней части котлов. Таким образом, опускание уровня воды служит мерилем колебания воды котла.



Фиг. 267. Приспособление для исследования разницы давления в различных, соединенных между

собой, паровых котлах низкого давления. Пробные краны двух водоуказателей соединяются между собой рукавом, совершенно наполненным водой. При закрывании нижних водомерных кранов и открытии пробных, уровни воды в стеклах устанавливаются таким образом, что их разница непосредственно указывает разницу давления в котлах.

сопротивление. Обычно в этих случаях в трубопроводах находятся препятствия, которые должны быть удалены.

По большей части разница давлений и колебаний уровня замечается одновременно. Это заставляет предположить неравномерность нагрузки, которую можно устранить основательной чисткой дымоходов, устранением отложений на нагревательной поверхности со стороны воды, кипячением с кислотой или содой, в зависимости от указания инженера, а также тщательным регулированием тяги. Всякие пробы без определенного плана и без предварительного испытания, означают ненужную потерю времени и энергии.

При водяном отоплении колебания в горении или в расходе тепла, вследствие большой водоемкости системы, оказывают на температуру воды лишь незначительное, постепенно увеличивающееся влияние; при паровом же отоплении низкого давления, с незначительным водяным объемом, и при почти одинаковой все время температуре воды, давление пара очень быстро повышается при таких колебаниях и легко переходит границу допустимого. Поэтому для парового отопления низкого давления наличие автоматического регулятора горения обязательно. Лишь после изобретения таких регуляторов стало возможно практически осуществлять и пользоваться паровым отоплением низкого давления.

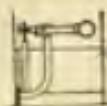
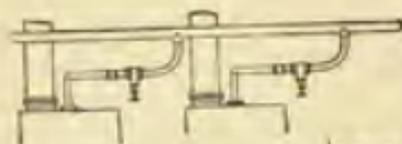
Важно, чтобы регулятор находился под действием давления в самом котле, а не давления в паропроводе, которое может отличаться от первого. Его необходимо, поэтому, всегда присоединять к отверстию в самом котле, а соединительный трубопровод делать по возможности коротким.

Регулятор давления приводит в действие заслонку, задвижку или какое-нибудь другое запорное приспособление, которое суживает проход для воздуха горения или дымовых газов или впускает в дымовую трубу добавочный воздух, уменьшая этим тягу. Действие его во всех случаях бывает тем лучше, чем меньше этому мешает приток ненужного воздуха. На плотность всех дымоходов следует, поэтому, обращать величайшее внимание. Затруднительным представляется содержание в плотном состоянии дымоходов в котле и, главным образом, в цоколе. На это следует обратить большое внимание, в особенности же, если цоколь подразделен на дымоход и зольное пространство. Швы в промежуточной стенке должны быть сделаны весьма тщательно, а впоследствии их надо регулярно проверять.

Минимальный диаметр и максимальная высота предохранительной трубы установлены законом. Вся допустимая высота ее, однако, редко используется;

обычно предохранительная труба устраивается таким образом, что выпуск пара начинается уже при превышении на 20—30 см рабочего давления.

В соединении между предохранительной трубой и котлом происходит потеря тепла и конденсация пара. Конденсат должен по возможности возвращаться в котел, не попадая в водяной затвор, не имеющий водяного сообщения с котлом. Поэтому, сообщение с предохранительной трубой стараются делать с крутым подъемом со стороны котла. Если, по местным



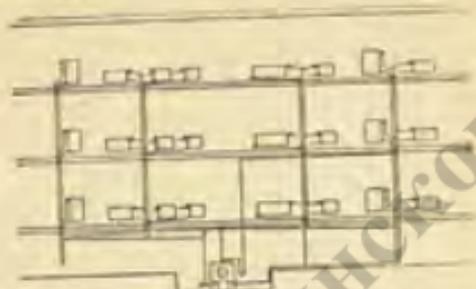
Фиг. 268. Присоединение конденсационной линии к паровым котлам низкого давления. Ответвления рекомендуется делать пружинящими, чтобы можно было их отгибать при разъединении.

условиям, это невыполнимо, то необходимо снабдить соединительный трубопровод поблизости от предохранительной трубы хорошим водоотводом (фиг. 263). Тем не менее нельзя избежать того, чтобы предохранительная труба, вследствие теплоотдачи, не пополнилась понемногу из котла; при остающемся равномерном давлении пара это будет происходить до достижения такой высоты, когда станет возможным обратный сток в котел. Предохранительная труба должна быть, следовательно, такой высоты, чтобы над местом присоединения находился столб воды, соответствующий рабочему давлению. Иначе можно опасаться, что конденсат выльется из предохранительной трубы и будет потерян. Продолжать вертикальный участок вниз необходимо лишь настолько, насколько это действительно требуется для предохранения от чрезмерной чувствительности. Колено должно обладать, конечно, достаточным объемом воды, чтобы быть в состоянии при пуске в ход заполнить водою весь вертикальный столб; поэтому его рекомендуется расширять в виде сосуда.

Конструкции предохранительных труб, неудовлетворяющие вышеуказанным требованиям, оказывались иногда в работе все-таки удовлетворительными. Необходимое для этого условие — не поддерживать все время максимальное давление, а регулярно понижать его настолько, чтобы вода стекала из предохранительной трубы и возвращалась к месту присоединения или в водосток. Временное понижение давления, в таком случае, только желательно для избежания потерь воды.

Чтобы ограничить, по возможности, размер необходимых колебаний, следует тщательно изолировать ответвление трубопровода к предохранительной трубе.

Сигнальные свистки требуют для хорошей работы довольно сухого пара, при возможно высоком давлении. Соединительные трубки должны иметь достаточно большое сечение и быть хорошо дренированными. Даже при ответвлениях в  $1\frac{1}{2}''$  их не следует делать меньше  $\frac{3}{4}''$ .



Фиг. 209. Схематическое изображение системы парового отопления низкого давления. Подающий паропровод отходит от котла в вертикальном направлении, присоединение предохранительной трубы с подъемом. Паропровод проложен в подвале с уклоном, на концах для удаления конденсата или установлены сифоны или выведена труба ниже уровня воды в котле. Ответвления к нагревательным приборам или имеют небольшой уклон или частично проложены вертикально около приборов. Для коротких нагревательных приборов при соединении обратной линии — одностороннее, а для длинных — разностороннее. Главная конденсационная магистраль проложена слева в виде, так называемых, «сухих» труб, а справа в виде «мокрых». Удаление воздуха налево производится через конденсационные трубы, воздушные узлы, помещенные на достаточной высоте над уровнем воды в котле. Справа имеется специальная воздушная линия под потолком первого этажа, соединяемая с предохранительной трубой.

Свисток должен работать под полным давлением котла, а не уменьшенным в какой-либо части паропровода. Его можно присоединять или непосредственно к котлу или к паропроводу, в котором пар находится почти в неподвижном состоянии, напр. к предохранительной трубе.

Высота вставной трубки для свистка, сигнализирующего слишком низкий уровень воды, всецело зависит от соединения водоуказателя с котлом. Если указатель соединен с нижней частью котла, то и отверстие вставной трубки должно лежать глубже, чем если водоуказатель соединен с водяным пространством непосредственно под нижним уровнем воды. Если не имеется точных данных в монтажном чертеже, необходимо потребовать на сей предмет точных указаний.

Запоры для котлов и для трубопроводов должны быть сделаны доступными, чтобы можно было регулярно производить их закрывание и открывание, даже если в данный момент и не встречается в этом надобности. Запорные приспособления только тогда сохраняют легкий ход, если их часто открывать и закрывать; в противном случае они легко заедают и в случае нужды их нельзя либо открыть, либо плотно закрыть.

Располагать запорные приспособления следует таким образом, чтобы легко можно было производить разборку соединений. Особого внимания заслуживает положение запоров конденсата у котлов, которые для возможности снятия должны всегда слегка пружинить. Слишком короткие ответвления неправильны, рекомендуется всегда изгибать их слегка в сторону (фиг. 268).

**Нагревательные приборы.** Во время растопки пар должен вытеснить воздух из нагревательных приборов, а затем, во время работы, все время по мере накопления должна удаляться конденсационная вода, образующаяся после выделения паром тепла. Так как воздух, подобно воде, тяжелее пара, то для удаления воздуха можно пользоваться теми же трубами, что и для конденсата. Присоединение воздушных и кон-

денсационных труб к нагревательным приборам должно производиться в их нижней части. Обязательно следует избегать водяных мешков в нагревательных приборах и в ответвлениях к ним, так как еще до растопки в них попадает значительное количество воды, что может иногда препятствовать правильному удалению воздуха, а следовательно и прогреванию приборов.

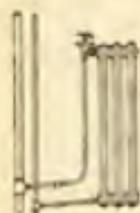
Пар, как более легкая среда, если не предпринимать против этого специальных мер, всегда будет подниматься в нагревательных приборах вверх, и оттуда уже распространяться далее. Место ввода пара в прибор не имеет поэтому значения для его нагревания. В случае ввода снизу, как это обычно делается, при подъеме пара вверх будет происходить смешивание его с воздухом и температура внутри прибора, в зависимости от состава смеси, будет понижаться.

Основательное, довольно равномерное, перемешивание пара с воздухом достигается специальными приспособлениями, при которых пар с большой скоростью поступает в прибор через соплообразные отверстия, и увлекает при этом воздух, хорошо с ним смешиваясь. Согласно одному, давно потерявшему силу, патенту пар проводится к отдельным секциям радиатора через распределительную трубку с насаженными соплами; по другому, также не имеющему в настоящее время силы, в нижнее отверстие вставляется одно большое сопло, а выходящий из него пар втягивает в общий круговорот весь содержащийся в нагревательном приборе воздух.

Каждая водяная петля при сильных морозах подвергается опасности замерзания. Если образовавшаяся ледяная пробка прекратит свободный проход пара или воды, то при растопке получится застой воды, и последняя, несмотря на свою первоначальную температуру, будет также замерзать; в конце концов весь трубопровод может оказаться заполненным льдом. Это не только сделает невозможным пуск в ход системы, но и вызовет серьезные повреждения. Это

явление часто наблюдается в редко отапливаемых зданиях, как напр., в церквях и т. п. Здесь случалось, что после продолжительного перерыва в работе во время сильных морозов, трубы вначале слегка нагревались, но наполнившись водой, несмотря на усиленную топку, постепенно охлаждались, наконец, замерзали и лопались.

По вышеуказанным причинам во всем трубопроводе не должно оставаться застоев воды, особенно же в конденсационных линиях. Даже при закрытом клапане перед ним не должно оставаться воды. Поэтому ответвления к приборам, при паровом отоплении, должны прокладываться с подъемом от стояка к вентилю, а от прибора — с уклоном.



Фиг. 270. Одностороннее присоединение высокого короткого радиатора при паровом отоплении низкого давления. Пружина-

щее ответвление паропровода проложено вначале с небольшим подъемом, а вблизи радиатора оно поднимается вертикально вверх. В верхнем положении находится регулирующий вентиль с газоичным соединением; конденсационная линия проложена с слабым уклоном в сторону стояка.

Далее при закрытом клапане перед ним не должно оставаться воды. Поэтому ответвления к приборам, при паровом отоплении, должны прокладываться с подъемом от стояка к вентилю, а от прибора — с уклоном. Подробности, касающиеся ответвлений, будут еще указаны при описании трубопроводов.

В нагревательных приборах с принудительной циркуляцией пара, как напр., в ребристых приборах

из элементов (см. I ч. этой книги), место присоединения для пара и конденсата установлено само собой.

В радиаторах с верхним выпуском пара обыкновенно пользуются для коротких приборов односторонним присоединением (фиг. 270). Длинные приборы, с числом секций более 15, для равномерности прогревания, следует снабжать диагональным присоединением, т. е. выпуск пара делается с одной стороны, а выпуск конденсата с другой. Следует обратить внимание на то, что на стороне выпуска пара всегда ставятся пробки с правой резьбой.

Диагональное присоединение требует длинного ответвления, а вследствие требуемого уклона, полу-

чается большая потеря в высоте. Для избежания этого, часто дают одностороннее присоединение длинным приборам, вводя пар через длинную вставную трубку до противоположного конца радиатора. При этом надо обращать внимание на то, чтобы не суживать чрезмерно ниппельные соединения секций, а давать пару возможность свободно, обходя трубу, попадать в соседние секции.

При нижнем присоединении паропровода, входное и выходное отверстия в приборе лежат обычно на противоположных концах. При этом может случиться, что протекающей струей пара воздух в приборе будет поддерживаться на весу, не смешиваясь с ним, а пар будет непосредственно уходить в конденсационную линию, выключая, таким образом, радиатор. Эту опасность можно устранить, вставляя специальную соединительную фасонную часть, снабженную отверстиями для пара и конденсата и соплообразным удлинением для присоединения пара; этим одновременно достигается выгода одностороннего присоединения — более короткие ответвления к приборам.

Нагревательные приборы должны быть устроены таким образом, чтобы пар заполнял их совершенно, но не выходил бы в значительном количестве в конденсационную линию. Для этой цели при впуске устанавливается кран двойной регулировки, а конденсационная линия остается открытой или же устанавливается запорный клапан, а пробивание пара предупреждается постановкой лабиринтового отводчика или конденсационного горшка. Подробности конструкции этих приборов описаны в I части.

При пуске системы в ход все регулирующие приспособления должны быть установлены таким образом, чтобы при полном давлении пара в котле и одновременном нагревании, все нагревательные приборы имели температуру пара, не пропуская в то же время пар в конденсационную линию. Для лучшего контроля за правильностью регулировки, рекомендуется вставить в конденсационную линию контрольный тройник,

оставляя его на время испытания открытым и наблюдая, чтобы через него не выходил пар. Небольшие испарения вполне допустимы при закрытых линиях, они быстро конденсируются и совершенно безвредны.

Урегулирование системы производится или при помощи кранов двойной регулировки или запорными кранами на конденсационной линии. Одновременное применение обоих способов бесцельно и ведет только к излишней трате материалов.

Регулирующие краны для парового отопления не рекомендуются, так как под влиянием высокой температуры, даже при тщательной обработке, они быстро закипают и не допускают дальнейшей регулировки.

При очень высоком или неравномерном давлении пара, напр., при использовании мягого пара, ставить регулирующие клапаны не следует; в этом случае более целесообразны отводчики. Слишком сильное дросселирование вызывает очень неприятный шум и свист. При ударах пара никакая регулировка невозможна.

При очень длинных нагревательных приборах, напр., змеевиках, также предпочитают запорные клапаны и отводчики, так как иначе удаление воздуха происходит слишком медленно.

Изменение давления пара в котле, при применении регулирующих клапанов, оказывает влияние на нагревательные приборы, хотя и не в такой степени, как температура при водяном отоплении; при запорных же клапанах и отводчиках, оно совершенно не сказывается. В этом последнем случае все приборы прогревы до температуры пара. Поэтому в одной и той же установке никогда не следует употреблять частью регулирующие, частью запорные клапаны, а всегда либо одни, либо другие. Особенно на это следует обратить внимание при расширении существующих систем.

Даже в лучших котлах пар увлекает за собой неиспарившуюся воду, а кроме того, вследствие неизбежных потерь тепла, часть пара конденсируется в воду;

этим причинам мы обязаны тем, что в паропроводах никогда не протекает совершенно сухой пар, а всегда с большей или меньшей примесью воды. Это явление в сильнейшей степени влияет на способ прокладки трубопроводов.

Наименьшее сопротивление движению мы замечаем в том случае, если пар и вода двигаются в одинаковом направлении. Поэтому паропроводы прокладываются по возможности с уклоном в эту сторону (фиг. 269), так что вода течет под влиянием силы тяжести. На 1 пог. м паропровода дается обычно уклон около 5 мм; в особо трудных случаях, требующих специальных мероприятий, мастер должен договориться с инженером, руководящим работой.

Иногда приходится давать подъем и отвлению паропровода от прибора к стояку. В таком случае вода течет в обратную сторону, нежели пар, и при неправильных размерах возможны тяжелые перебои. Во всяком случае вода значительно суживает сечение трубопровода и это явление необходимо принять во внимание при расчете диаметров паропроводов. Прокладывать трубы с подъемом при диаметре менее 20 мм вообще не следует или во всяком случае лишь на весьма коротком протяжении. При длине до 2 м и соответственно выбранном диаметре достаточно давать уклон в 50 мм на 1 пог. м; при большой длине, особенно если по пути имеются изгибы, уклоны надо делать больше.

Особо большое внимание следует обращать на кодею, так как здесь очень легко образуются водяные пробки. Процесс происходит следующим образом. В вертикальном участке трубы, навстречу пара, падает капля воды. Притекающий пар отбрасывает воду кверху обратно в трубу, здесь эта капля соединяется с другими вновь образовавшимися водяными частицами, увеличивается в размере и через некоторое время занимает уже все сечение трубопроводов. Теперь пар давит на нее снизу, как на поршень и поднимает ее вверх. Часть воды стекает при этом

обратно по стенкам, пробка уменьшается, но одновременно в колене образуется новая пробка. Если достаточное количество воды дойдет до ответвления, через которое оно может свободно стечь, не мешая движению пара, то через некоторое время наступит такое



Фиг. 271. Образование водяной пробки в стояке паропровода. Сначала в колене находится немного воды. Паром она подбрасывается кверху и образует пробку небольшой высоты. При подъеме часть воды по стенкам стекает обратно, размеры пробки уменьшаются. Стекающая вода собирается в колене, соединяется с вновь появившейся, образуя пробку большего размера, которая вновь поднимается кверху. Процесс продолжается при непрерывном увеличении пробки до тех пор, пока не наступит равновесия, вследствие полной остановки или удаления воды кверху.

останется свободным. Сильный подъем паропровода в сторону стояка способствует стоку воды.

Вода, которая при всех обстоятельствах мешает продвижению пара, должна каким-либо способом удаляться на протяжении его пути. Способы удаления воды будут рассмотрены подробнее ниже. Вода должна быть возвращена в котел и поэтому должно быть предусмотрено какое-либо соединение с ним.

состояние равновесия, при котором стояк частично будет заполнен водой, а пар будет входить в нагревательный прибор толчками. Иногда такого неравномерного входа пара бывает достаточно для прогревания прибора. Если прибор нагревается только частично, то открыв клапан и замечая выход пара толчками, можно сделать заключение о наличии вышеописанного явления.

Если вода не может удалиться вверху, то пробка увеличивается настолько, что пар не в состоянии ее поднять и охлаждение стояка наступает довольно скоро.

Давая колену довольно большой диаметр, мы получим незначительную скорость пара; в этом случае вода в колене сможет стекать навстречу движению пара и сечение стояка

В этот соединительный трубопровод давлением пара в котле выталкивается вода и тем выше, чем меньше вода испытывает давления со стороны пара в паропроводах. Чтобы избежать вредных последствий подпора воды, рекомендуется прокладывать всюду паропровод на такой высоте, чтобы он не заполнялся водой, даже при полном израсходовании давления пара в трубопроводах и приборах. Только в том случае можно отступать от этого правила, если имеется полная уверенность в том, что в месте соприкосновения воды и пара, давление последнего достаточно велико, чтобы не допускать воду в паропровод. Условия давления зависят, однако, в большой степени от количества расходуемого пара и от диаметров трубопровода и могут быть правильно определены лишь на основании тщательного расчета. Поэтому производить такое опускание паровых линий возможно только по распоряжению инженера, при точном указании высот. Особенно часто приходится иметь дело с опусканием коллекторов пара в непосредственной близости от котла.

**Конденсационный трубопровод.** Для возвращения в котел образовавшегося в паропроводах и нагревательных приборах конденсата, прокладывается специальная конденсационная линия. В обыкновенных установках стекание воды в котел должно происходить непосредственно под влиянием силы тяжести без каких-либо специальных приспособлений.

Если линия совершенно заполнена водой то достаточно небольшого избытка давления, по сравнению с имеющимся в котле, чтобы привести воду в движение. Уровень воды в этой части будет, следовательно, несколько выше, чем он был бы под влиянием давления в котле. Способ прокладки труб не имеет значения, лишь бы не было воздушных пробок. Воздушные пробки, появившиеся при наполнении системы и не удаленные, мешают обратному стоку конденсата. Опыт показал, что устранить такого рода воздушные пробки впоследствии не удается и они

представляют из себя такое же сопротивление для движения воды, как и полная закупорка линии. Во избежание замерзания в нижних точках необходимо предусмотреть приспособления для спуска воды. Чтобы не устанавливать их в разных местах, трубопровод прокладывается с небольшим уклоном в сторону котла так, чтобы самая низшая точка получалась в этом месте.

В практике эти условия встречаются, если конденсационная линия расположена ниже уровня воды в котле. В таком случае обратная линия заполнена исключительно водой и носит иногда название „мокрой“.

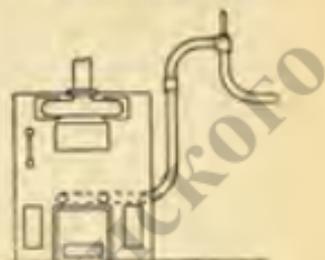
Если обратная линия и расположена выше уровня воды, но ниже предельной высоты, уравнивающего давление пара водяного столба, то при полном давлении в котле замечаются также вышеописанные явления. При уменьшении давления трубопровод опорожняется, а при повышении вновь наполняется водой. Вследствие незначительного водяного объема чугунных котлов, здесь возможны очень большие колебания, если не принять соответствующих мер. Такие трубопроводы снабжаются искусственным уровнем воды (фиг. 272), при помощи особой петли. Трубопровод, непосредственно перед тем, как опуститься ниже уровня воды в котле, поднимается немного вертикально вверх, обычно на 20—30 см. Чтобы парализовать действие сифона при падении давления, высшая точка сообщается открытой трубой с воздухом.

В общих случаях, как при „мокрой“ конденсационной магистрали, так и при наличии искусственного уровня, воздух через этот трубопровод удаляться не может. Воздух вытесняемый из нагревательных приборов должен поэтому отводиться через особые воздушные трубки и направляться, по возможности, также в котельную (фиг. 269 справа). Регулировкой у отопительных приборов следует стараться освободить воздушные трубки от присутствия пара. Следы пара, остающиеся несмотря на все мероприятия, быстро конденсируются от охлаждения; поэтому следует пре-

дусмотреть соответствующее их соединение с конденсационной линией, чтобы удалить образующуюся воду. В воздухопроводе после растопки не должно происходить какой-либо циркуляции и поэтому способ его прокладки довольно безразличен. Следует только избегать возможности образования водяных затворов, а высоту надо им давать такую, чтобы вода в них не заливалась, т.е. чтобы они лежали выше предельной высоты уравнивающего водяного столба в системе, по крайней мере, на 20—30 см.

Обыкновенно конденсационной линией пользуются одновременно и для отвода воздуха; в таком случае линия лишь частично бывает заполнена водой (фиг. 269). Она называется тогда, правда не совсем правильно, „сухой“ конденсационной линией. Такая линия по всей своей длине должна лежать выше предельной высоты уравнивающего водяного столба; низший узловой воздушный пункт располагают обыкновенно на 20—30 см выше. Для приведения воды в движение, пользуются уклоном трубопровода, который делают в 5 мм на пог. метр, но во всяком случае не менее 2—3 мм. При меньшем уклоне необходимо дать в монтажном чертеже соответствующие точные указания.

В узловых точках происходит отделение конденсата от воздуха. Через открытую трубу воздух удаляется вверх и наружу, а вода стекает в котел; от этого места кон-



Фиг. 272. Искусственный уровень воды для обратной конденсационной магистрали, удерживаемый в определенных границах ниже столба воды, уравнивающего его давление пара. Чтобы избежать сильного колебания уровня воды при паровых котлах низкого давления при меняющемся давлении, конденсационная линия в непосредственной близости от котла поднимается на несколько сантиметров; при падении давления в котле в него попадает конденсат только из короткого вертикального участка трубопровода. Для избежания засасывания воды из петли, под влиянием действия сифона, в верхней точке делают сообщение с наружным воздухом.

денсационная линия заполнена только водой („мокрая“ линия).

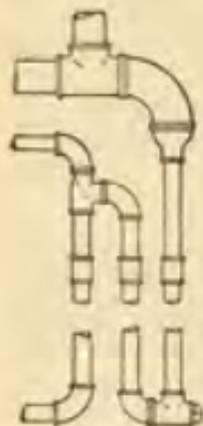
Предел поднятия узловой воздушной точки поставлен уклоном паропроводов, положением высшей точки конденсационной линии под низшей точкой паропровода и уклоном конденсационной линии. Чрезмерное поднятие без соблюдения необходимых уклонов должно вызвать расстройство в действии системы. Так как узловые воздушные точки должны лежать выше предельной высоты уравнивающего столба, эта же последняя зависит от конструкции котла, уровня воды и необходимого для продвижения пара давления, то из этого ясно вытекает необходимость достаточного углубления котельной. При недостаточном углублении узловые пункты часто закрываются поднимающейся водой, воздух не может удалиться из системы и она перестает работать.

Конденсационные линии следует укладывать таким образом, чтобы главная масса воды направлялась вначале по возможно прямому направлению. Если, например, требуется освободить горизонтальный участок паропровода от увлеченной воды, то следует проложить конденсационную линию в направлении движения пара, а пар отвести под острым углом вверх (фиг. 273). Этим устройством всегда пользуются в тех случаях, когда желают по пути освободить от конденсата паропроводящую линию. Обратное, если желательно не допустить в горизонтальный участок стекающей из высокого стояка воды, то конденсационную линию присоединяют в виде идущего вертикально вниз ответвления (фиг. 274).

Если вода стекает в конденсационную линию, сплошь заполненную водой, достаточно простой, вертикальной соединительной трубы. О необходимости помещать место отвода конденсата на достаточной высоте над уровнем воды в котле было уже сказано раньше.

При переводе конденсата в „сухую“ линию, или линию с петлями для поддерживания равномерного уровня, не удается избежать попадания сюда вместе

с водой также пара. Во избежание этого устанавливается особая петля, так называемый сифон, действующий вполне надежно и при более высоком давлении (фиг. 274). В нем вода сначала опускается, а затем вновь поднимается, и высота петли делается такой, чтобы вода не могла быть выдвинута из восходящего колена даже максимальным давлением. Принимая во



Фиг. 273. Устройство тройной петли для отвода конденсата, с присоединением вышней точки колена к воздушной трубе. Устройство приспособления, главным образом, для отвода конденсата на горизонтальном участке; вода продолжает двигаться вначале в направлении движения пара, в то время как пар, под прямым углом отводится вверх. Сифон снабжен в горизонтальном направлении пробкой, удаляя которую, можно прочищать трубу проволокой.

внимание колебания давления и вызываемое этим колебательное движение воды, дают, обычно, петле вдвое большую высоту нежели та, которая соответствует давлению в котле, или, в крайнем случае, на 1 м выше. Отвод конденсата должен производиться особенно энергично во время растопки, т.-е. в то время, когда в паропроводах совершенно нет еще давления. Поэтому вход и выход должны быть расположены так, чтобы вода стекала свободно, следовательно начало конденсационной линии должно лежать ниже, чем место ответвления конденсационной линии от паропроводной линии.



Фиг. 274. Обыкновенный сифон для удаления конденсата из стояка. Образующийся в стояке конденсат непосредственно стекает в вертикальном направлении в сифон.

Удаление конденсата начинается ниже паропровода. Пробка для чистки помещена в дросельном колене так, что обе вертикальные части петли можно проткнуть проволокой. Ниже пробки оставлено еще достаточно места.

Удаление конденсата начинается ниже паропровода. Пробка для чистки помещена в дросельном колене так, что обе вертикальные части петли можно проткнуть проволокой. Ниже пробки оставлено еще достаточно места.

Если сухая конденсационная линия проложена по полу или же настолько низко, что под ней уже нельзя поместить петли надлежащей длины, то от выходной точки надо отвести вниз трубу (фиг. 273). Такое устройство называется тройной петлей. При этом создается опасность, что при усиленном образовании конденсата нисходящий к конденсационной магистрали участок, начнет сосать как сифон и устранить водяной затвор. Чтобы избежать этого явления ставят специальную воздушную трубу, через которую будет засасываться воздух, а не вода.

В сифонах легко осаждаются все примеси к воде, находившиеся в трубопроводах, как-то отскочившая окалина, остатки уплотняющего материала и прочее, и вызывают прекращение их работы. Поэтому для всех сифонов должна быть предусмотрена возможность легкой очистки, при чем в таком виде, чтобы в трубу легко можно было бы пропустить проволоку. С этой целью в нижней части ставится пробка, по удалении которой вода и ил свободно вытекают наружу (фиг. 273—275). Отверстие для пробки должно быть так расположено, чтобы легко можно было бы пропустить проволоку. Конструкцию по фиг. 274 можно поэтому рекомендовать лишь в том случае, если под петлей имеется еще достаточно пространства. Если оказывается необходимым опустить нижний конец сифона в приямок или в какое-нибудь другое недоступное место, то необходимо сделать присоединение петли легкоразъемным, чтобы, сняв, можно было ее прополоскать; присоединение лучше всего делать на фланцах.

Для более высокого давления, какое употребляется, например, для целей стирки или варки, петли получаются непомерно длинными. Не рекомендуется пользоваться петлями также и при работе мятым паром паровой машины, так как водяной затвор легко приходит в колебательное движение от толчкообразного выхода пара и может быть выброшен, или давление окажется значительно ниже того, которое соответствует

высоте петли. В таком случае водяной затвор заменяется конденсационным отводчиком, пропускающим воду, но не пар.

Конструкция и работа таких отводчиков подробно описаны в I части этой книги. Следует заметить, что эти отводчики работают довольно медленно, почему и рекомендуется помещать перед ними резервуары достаточной емкости, могущие вместить, до достаточного охлаждения, всю скопившуюся воду. Обыкновенно бывает достаточно, сделать подводящую трубу несколько длиннее, а сечение сделать также несколько больше того, которое соответствует номеру отводчика.



Фиг. 275. Нижний затвор сифона, при котором

имеется возможность разобрать все составляющие его трубы. Имеется много соединительных частей, так что трудно сделать доступными все пробки.



Фиг. 276. Соединение ребристого нагревательного прибора с подводящей линией

паропровода. Регулирующий вентиль расположен в середине над прибором, в высшей точке парового ответвления.

Относительно присоединения паропроводов к нагревательному прибору было уже указано, что ответвление от стояка к вентилю прокладывается с подъемом, а отсюда до прибора с уклоном. Ответвления, которые протягиваются по длине всего нагревательного прибора и вентиль у которых расположен по середине прибора, выполняются по фиг. 276, а при совершенно одностороннем присоединении лучше всего по фиг. 270. В отдельных случаях сделать этого не удастся, а необходимо давать уклон и до вентиля; это бывает часто у нагревательных приборов, расположенных в подвале с ответвлениями, помещенными под потолком. В таком случае рекомендуется, при совершенном отсутствии опасности замерзания, давать возможность отводить воду и при закрытом положении вентиля; это достигается тем, что во вставку вентиля просверливаются отверстия в 1—2 м.м, пропускающими воду.

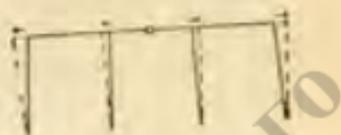
Запиливать уплотняющую поверхность не следует потому, что насечка легко уничтожается при последующем притирании и не возобновляется.

Не рекомендуется ставить направление движения воды в паропроводах в случайную зависимость от монтажа; лучше заранее твердо установить этот путь соответственными мероприятиями. До главной конденсационной магистрали трубы, прокладывая с постоянным уклоном; ответвления с небольшими водоотводящими трубками подводят к магистрали с подъемом. Эту же цель преследуют присоединяя подвальные приборы к магистрали таким образом, что вначале ответвления поднимается, а затем труба поворачивает и падает по направлению к прибору. Этой мерой не удастся, правда, устранить совершенно воду из ответвления к прибору, так как, благодаря охлаждению, все время образуется новый конденсат. Однако, в этом случае через вентиль приходится удалять только незначительное количество воды, в то время, как главная масса направляется в общую сеть.

**Расширение от нагревания.** Паропроводы особенно сильно подвергаются расширению от нагревания. Это явление необходимо парализовать, включая в систему пружинящие участки. Недостаточно внимательное отношение к удлинению влечет за собой насильственное изменение формы, что сказывается в первую очередь на слабейших частях трубопровода, т.-е. в соединениях на резьбе. Даже при тщательном исполнении, они через короткий промежуток времени становятся неплотными.

На длинных прямых участках устанавливают компенсаторы, описанные в I части; они имеют возможность сжиматься в очень сильной степени, не повреждая каких-либо частей и не вызывая чрезмерных напряжений. Действие этих и им подобных приспособлений можно усилить, давая им известное натяжение в холодном состоянии; при умеренном напряжении, имеющемся в них напряжение исчезает, а при дальнейшем повышении температуры оно переходит в противоположное. Если требуется компенсировать незна-

чительное удлинение, например в коллекторе при котельной батарее (фиг. 277), то достаточно бывает дать предварительное натяжение тем, что трубы отрезаются немного короче следующего и затем стягиваются фланцевыми болтами. Предварительные натяжения, например у компенсаторов, достигаются загонкой во время монтажа клиньев и т. п.



Фиг. 277. Прокладка паропровода с несколькими ответвлениями с учетом расширения от нагревания (присоединение к батарее котлов). Трубы прокладываются в холодном состоянии и с таким предварительным натяжением, чтобы при слабом нагревании, имеющемся в них, напряжение исчезало, а при дальнейшем нагревании получалось противоположное напряжение.

Возможность расширения сети стараются предусмотреть, если это только возможно, соответствующей прокладкой трубопроводов. Задлинным участком трубопровода включают, под прямым к нему углом, уравнительный участок, который слегка выгибается при удлинении главной линии (фиг. 278). Определение необходимой длины относится к обязанностям инженера, который должен точно указать в монтажном чертеже результаты своего подсчета.

Длинный прямой участок может иногда самокомпенсироваться тем, что он, по крайней мере при



Фиг. 278. Прокладка паропровода с естественным расширением. Благодаря включению поперечной соединительной части главная линия имеет возможность передвигаться. При этом рекомендуется, укладывая трубы, давать также предварительное натяжение.



Фиг. 279. Удлинение прямого участка с несколькими мертвыми точками без специальных приспособлений для расширения. Труба, если она достаточно толка, принимает волнообразную форму.

тонких трубах, вынуживается и первоначально прямая труба принимает волнообразную форму (фиг. 279).

Очень важно, чтобы передвижение происходило точно предписанным способом и чтобы предполагаемому удлинению не встречалось на пути никаких препятствий. Для этой цели трубопровод удерживается в нескольких местах особыми скрепами, а между этими „мертвыми точками“ участки труб прокладываются таким образом, чтобы возможно было их свободное движение.



Фиг. 280.  
Присоединение стояка паропровода к разводке

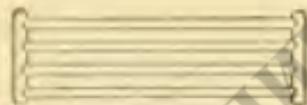
магистрали с учетом удлинения последней. Удлинение магистрали, не вызывая чрезмерных в ней напряжений, возможно благодаря достаточной длине ответвления.

Длинный паропровод с ответвлениями рекомендуется поэтому прокладывать следующим образом; в середине участок закрепляется неподвижно (мертвая точка), оба конца свободно передвигаются в длинных подвесках или на других каких-либо подвижных опорах, а ответвления делают такой длины, чтобы они без вреда для трубопровода могли следовать за передвижением узловых точек (фиг. 280). Если высота стояков не слишком большая, они во избежание падения укрепляются внизу. Весь получающийся сдвиг действует вверх и стояк должен, следовательно, свободно двигаться в укреплениях. Ответвления должны настолько пружинить, чтобы не страдала плотность соединения от удлинения стояка. Если стояк скрыт в стене, а ответвления выходят наружу через стеновые втулки, то для этих втулок необходимо предусмотреть достаточный зазор, чтобы при нагревании и расширении стояка они могли свободно передвигаться вверх. Установка неподвижных держателей непосредственно над фасонными частями неправильна, так как они препятствуют удлинению стояка вверх. Хомуты надо ставить под ними или в середине стояка.

Подвески для подвальных трубопроводов должны быть достаточной длины, чтобы следовать за движением трубы, не принимая слишком наклонного положения. Здесь также бывает полезно распределять

величину передвижения в двух направлениях, устанавливая подвески с небольшим уклоном уже в холодном состоянии; при нагревании они перейдут через вертикальное положение и получат уклон в другую сторону (фиг. 277—280). Для правильного определения величины этих наклонов следует помнить, что при паровом отоплении низкого давления трубы удлиняются на 0,8—1,0 мм на каждый пог. метр длины.

Фиг. 281. Присоединение стояка паропровода к разводящей магистрали с учетом удлинения стояка вниз от нагревания. Соединительная ветвь отжимается стояком книзу, однако и после этого ее уклон вверх должен быть достаточно велик, чтобы конденсат мог свободно стекать вниз.



Фиг. 282. Трубчатый регистр с жесткими соединительными трубами в коллекторах. Удлинение отдельных рядов независимо друг от друга невозможно; появляются сильные напряжения, особенно в местах сварки, почему последние становятся неплотными.

Движению в нежелательном направлении следует воспрепятствовать соответствующей конструкцией опорных приспособлений. Для передвижения исключительно в осевом направлении, наравне с подвесками, применяются также роликовые подставки; шариковыми подставками пользуются лишь в том случае, если желают иметь возможность передвижения во все стороны. Препятствовать передвижению таких подставок в каком-либо направлении, напр., закрепляя их цепями к стене, конечно неправильно.

Если мертвая точка стояка находится не в нижней части, а в середине, то для нижнего ответвления от разводящей магистрали следует учесть передвижение вниз нижней половины стояка, отчего изменяется величина уклона в этом ответвлении. Поэтому следует делать первоначальный уклон ответвления больше необходимого на величину удлинения соответствующей части стояка (фиг. 281).

При изготовлении трубочных регистров следует обратить особое внимание на расширение, при чем надо заметить, что отдельные ряды в редких случаях нагреваются одинаково. Поэтому для регистров надо компенсировать расширение не только для всего прибора в целом, но и для каждого ряда в отдельности. Исполнение по фиг. 282 совершенно неправильно. Пружинящие ответвления следует проводить в каждом



Фиг. 283. Регистр из гладких труб, с пружинящими ответвлениями к коллекторам для пара и конденсата.

ряду отдельно, а обратную линию также целесообразно выполнять в виде отдельных пружинящих ответвлений (фиг. 283).

Для экономной работы имеет большое значение хорошая изоляция труб, не предназначенных для отдачи тепла. Следует при прокладке паропроводов

предусматривать изоляцию и вести отдельные линии на достаточном расстоянии друг от друга, чтобы впоследствии можно было без затруднений наносить изоляционный слой. Изолировщик ни в коем случае не должен быть вынужден заключать в общую изоляционную оболочку несколько труб. Вследствие неравномерного нагревания труб, изоляция при таком исполнении очень скоро отскочит от трубы и действие ее прекратится.

В местах, где имеются подвижные опоры для труб, на изоляцию следует обратить особое внимание. Вблизи хомутов для труб, а обычно при кронштейнах, изоляционный слой на известной длине, равной длине передвижения трубы, наносить не следует, если не предусмотреть специальных приспособлений, благодаря которым подставка поддерживает не трубу, а изоляцию. Подробно относительно этого пункта сказано в I части книги.

**Испытание, давление, наполнение водой.** По сборке всей системы она должна подвергнуться тщательному испытанию, чтобы избежать последующих нареканий в неправильном исполнении или действии.

Для суждения о плотности системы, часто требуется производство испытания гидравлическим давлением. Производство его достаточно затруднительно, а результат обыкновенно получается ничтожный.

При паровом отоплении в особенности бывает трудно наполнить водой всю систему, а если в ней останется значительное количество воздуха, то при наличии неплотностей давление падает так медленно, что оно едва заметно, если же неплотность находится в месте заполненном воздухом, то ее нельзя заметить по выступающим каплям воды. Иногда системы очень хорошо выдерживают даже очень большое давление, в холодном состоянии, но после нескольких нагреваний и охлаждений становится неплотным.

Пробу на плотность следует поэтому производить следующим способом: нагревать несколько раз всю систему до высшей температуры и вновь охлаждать, и затем во время работы тщательно осмостреть все части, главным же образом наиболее чувствительные места соединений труб.

При первом пуске установки в ход осторожной растопкой котла, очень медленно повышают давление, все время внимательно наблюдая за системой. Когда все части хорошо нагреются считывается давление в котле и как рабочее давление наносится каким-либо способом на манометре. Урегулирование нагревательных приборов производится по возможности при постоянном давлении. Если при работе с регулируемыми вентилями включены также контрольные тройники, то регулировка производится легко и быстро, наблюдая за выходом испарений. Если же не имеется, то правильность действия приходится устанавливать ощупыванием нагревательных приборов и обратного ответвления. Не рекомендуется при таком урегулировании постепенно закрывать вентили, так как при таком способе

легко может получиться впечатление, что нагревательная поверхность омывается паром, между тем как на самом деле ощущается лишь теплота еще не успевшего остыть железа. Лучше открыть предварительно вентиль настолько, чтобы прибор не вполне прогревался, а затем по мере надобности открывать его. Во всяком случае необходим известный промежуток времени, обычно около 10—15 минут, прежде чем можно по нагревательной поверхности вывести заключение о результатах перестановки.

Урегулирование нагревательных приборов простыми или лабиринтовыми отводчиками может быть произведено лишь после основательной чистки. Для этой цели вся система несколько раз основательно прогревается при открытых запорах (при этом лучше всего совершенно вынуть вставки, конуса, отводчики и т. п.) так, чтобы пар выходя сильной струей, увлекал за собой все примеси; после этого поступают, как и при регулирующих вентилях.

После урегулирования нагревательных приборов еще раз поднимают давление в котле до тех пор, пока пар не начнет выходить через предохранительную трубу, снова проверяют плотность системы, и если никаких дефектов больше не наблюдаются, то можно приступить к сдаче установки. Лишь после этого можно дать разрешение на заделку борозд и ответвлений в стенах и потолках и окончательную отделку помещений.

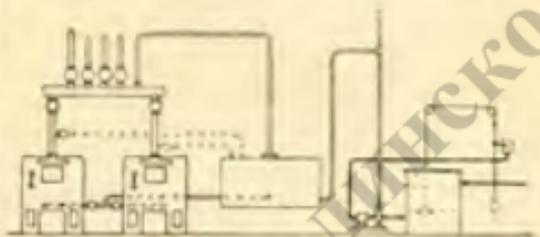
**Приспособление для питания конденсатом.** Особые мероприятия требуются при паровом отоплении низкого давления в том случае, если нагревательные приборы должны быть установлены так низко, что самостоятельный сток конденсата в котле, из-за условий давления, становится невозможным.

В таком случае конденсат из этих приборов или из всей системы заставляют стекать в достаточно углубленный бак откуда перекачивают его специальным насосом. Для этого существуют два совершенно различных способа выполнения, отличающихся друг от друга, как способом действия, так и по требуемому обслуживанию.

В обоих случаях уровень воды в сосуде воздействует на поплавок, включающий при помощи троса электромотор в свою очередь приводящий в движение центробежный насос.

При первой системе вся вода из сосуда непосредственно подводится в котел недостаточно высокой трубой (фиг. 284). Чтобы во время питания или в перерывах между питанием уровень воды колебался не слишком сильно, объем резервуара делают сравнительно небольшим, а водяной объем котла стараются по возможности увеличить, включая параллельно с ним уравнивательный сосуд. Уравнивательный сосуд должен быть соединен с водяным и паровым пространствами котла таким образом, чтобы получилось, по возможности, полное выравнивание уровня воды и давления пара (фиг. 284).

Эта система может хорошо функционировать лишь при условии правильной работы насоса. В данном случае мы имеем дело с горячей водой, которую нельзя засасывать на высоту, не опасаясь парообразования; при образовании же паров центробежный



Фиг. 284. Котельная установка с автоматическим питанием конденсатом, стекающим в углубленный бак. По достижении известного максимального уровня воды, поплавок включает электромотор, этот последний приводит в действие насос, перекачивающий конденсат на высоту превосходящую высоту водяного столба, уравновешивающего давление пара в бак, сообщающийся с паровым и водяным пространствами котла. По достижении высшего уровня воды в сборном баке поплавок выключает электромотор. Размеры уравнивательного бака должны быть выбраны таким образом, чтобы при перекачке в него всего содержимого в сборном баке, уровень воды поднимался настолько незначительно, чтобы быть хорошо заметным. Для лучшего выравнивания можно непосредственно соединить уравнивательный бак с паровым котлом, помощью зашированных трубопроводов, как указано на чертеже пунктиром.

насос перестает засасывать; по этой причине необходимо заставлять воду притекать к насосу, т. е. установить его ниже минимального уровня воды в сборном баке. Нагнетательную линию нужно поднять выше водяного столба, уравнивающего давление пара, чтобы дать возможность работать насосу в постоянных условиях давления и избежать излишней нагрузки электромотора.

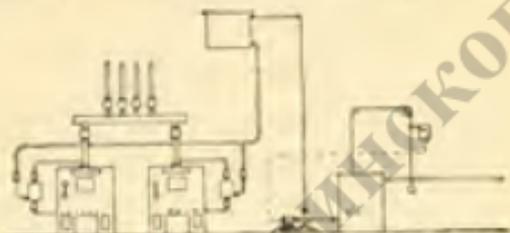
Подводить воду в уравнительный бак следует таким образом, чтобы входящая вода хорошо и равномерно смешивалась с остальной водой в баке. Если вводить в бак более холодную воду сплошной массой, то легко может получиться местное охлаждение, вызывающее конденсацию пара в верхней части; пар притекающий из котла заменяет сконденсировавшийся недостаточно быстро, вследствие чего, помимо колебаний уровня воды, происходит внезапное понижение давления, которое может даже вызвать смятие бака под влиянием давления внешней атмосферы. Эти явления можно несколько уменьшить, но не устранить окончательно, если верх уравнительного бака соединить паропроводом не с общим коллектором котлов, где имеется уменьшенное давление, а непосредственно с самыми котлами; в этом случае паропровод к каждому котлу должен снабжаться запором, что мешает несколько правильному и удобному обслуживанию.

Непосредственный возврат конденсата в котел и параллельное включение уравнительного сосуда угрожает целостности чугунных котлов, так как впуск холодной воды вызывает опасные напряжения, ведущие к поломке котла.

Затруднения, встречающиеся при этой системе, устраняются другой конструкцией, хотя и за счет простоты устройства (фиг. 285). В этом случае вода нагнетается в вышерасположенный открытый сосуд, откуда при помощи поплавковых регуляторов распределяется по отдельным котлам. Такой регулятор состоит, главным образом, из закрытого сосуда, установленного рядом с котлом и соединенного с его

водяным и паровым пространством; имеющийся в нем поплавок регулирует открытие впускного вентиля от верхнего бака. В случае недостатка воды поплавок закрывает клапан, даже при бездействии насоса, а по достижении желательного уровня вновь его закрывает.

Существенное преимущество этой системы заключается во взаимной независимости котлов, возможности установки больших сборных баков, чем уменьшается частота включения и выключения насоса, и наконец в возможности, в случае нехватки питательной воды, автоматически подводить воду из какого-либо другого источника, при помощи поплавкового регулятора. Кроме того, эта система дает возможность, в случае добавления свежего пара из котлов высокого давления или мятого из паровых машин, отводить излишний конденсат водосливом, в то время как при первой системе котлы должны были бы в этом случае получать слишком много воды.



Фиг. 285. Котельная установка с автоматическим питанием конденсатом, собирающимся в углубленном баке. По достижении известного максимального уровня воды поплавок включает электромотор, этот последний приводит в действие центробежный насос перекачивающий воду в бак, лежащий на высоте превышающей высоту водяного столба, уравновешивающего давление пара, по крайней мере на 1 м, отсюда вода распределяется по отдельным котлам посредством питательных клапанов с поплавковым регулированием. Поплавки помещаются на среднем уровне воды в котлах в закрытых сосудах, соединенных непосредственно с водяным и паровым пространствами котлов, и по мере надобности открывают или закрывают впускной клапан от верхнего бака. Для поддержания в порядке питательного приспособления рекомендуется все три трубопровода снабжать запорами.

**Отопление мятм паром.** Отопление мятм паром, или редуцированным паром высокого давления принципиально ничем не отличается от парового отопле-

ния низкого давления. В данном случае отпадают только паровые котлы низкого давления со всеми своими неудобствами. С другой стороны мятый пар выходит толчками и для его выравнивания требуются особые приспособления.

Отработанный пар из паровых машин содержит много масла, оседающего на внутренней стороне нагревательной поверхности, а это затрудняет теплопередачу и легко вызывает сужение сечений или забивание трубопроводов; для избежания этих нежелательных явлений необходимо мятый пар, перед впуском в систему отопления, основательно отделить от масла. Маслоотделители снабжаются обыкновенно специальными приспособлениями для очистки масла, устройство которых бывает весьма различно, почему для их установки всегда надо требовать специальных указаний в монтажном чертеже.

Для выравнивания толчков ставят большой буферный колпак, который смягчает их, но совсем устранить их не может. Поэтому нельзя применять сифонов при отоплении мятым паром, а надо ставить конденсационные отводчики. Лабиринтовые отводчики также не рекомендуются, так как отверстия и канавки быстро засоряются. От затвердения масла эти приборы могут тоже перестать работать и поэтому их следует очень часто чистить. Для облегчения этого их надо устанавливать в доступных местах.

Когда паровая машина остановлена или работает с весьма небольшой нагрузкой, мятого пара не хватает для полного нагревания; в таком случае необходимо добавлять свежий пар, пропуская его предварительно через редукционный клапан. Избыток мятого пара выпускается из системы отопления через предохранительный клапан или другим каким-либо регулируемым путем.

В трубопроводе мятого пара, идущего от паровой машины устанавливается переключатель, состоящий обычно из двух соединенных между собой дроссельных заслонок, а иногда из трехходового крана так, что

мятый пар может поступать или в систему отопления или непосредственно наружу. Около самой машины устанавливается трехходовый клапан для переключения или для работы на конденсацию или на противодавление.

Конденсационная вода, в виду полного отсутствия накипи весьма пригодна для питания котлов. Вследствие высокой температуры в ней заключается еще довольно значительное количество тепла. Поэтому необходимо всегда возвращать конденсат в котельную, что выполняется к сожалению не достаточно часто.

**Вакуум-отопление.** Особый вид отопления отработанным паром представляет из себя вакуум-отопление, при котором мятый пар поступает в систему отопления с давлением не выше, а ниже атмосферного. Для поддержания пониженного давления необходимо присоединять конденсационную линию к воздушному насосу.

Для вакуум-отопления, учитывая некоторые особенности его действия, требуется целый ряд аппаратов, которые каждой фирмой выполняются по разному. Единобразие в устройстве еще не достигнуто, нельзя даже говорить о какой-нибудь выработанной системе. Поэтому для установки отдельных частей необходимо давать или требовать специальных инструкций.

Это касается главным образом приборов для регулирования давления и количества пара, идущего в отопление или в конденсатор, а также регулирующих приспособлений у нагревательных приборов.

Правила для прокладки трубопроводов и установки нагревательных приборов остаются те же, что и для парового отопления низкого давления. Расширение от нагревания при большом вакууме правда не столь значительно, как при нормальном паровом отоплении, однако не следует упускать из виду того, что при сильном морозе требуется иногда усилить действие отопления, для чего ухудшают вакуум, по-

лучая таким образом температуры близкие к температурам нормального парового отопления.

Монтер не должен забывать, что соединение, которое противостоит давлению воды и пара, может оказаться воздухопроницаемым, особенно при разнице в давлении, наблюдаемых при вакуум-отоплении. На места соединения следует, поэтому, обращать особое внимание. Наибольшую гарантию за успех дает тщательно выполненная сварка или фланцевое соединение с высокосортным уплотнительным материалом. Гаечные затворы и муфтовые соединения всякого рода, в особенности же соединения на длинной резьбе требуют особо тщательной работы, во избежание определенной неудачи.

Неплотностей в местах соединений совершенно устранить никогда нельзя. Если, однако, они переходят известный предел, то воздушный насос паровой машины слишком перегружается, вакуум чрезмерно ухудшается и вредит работе; одновременно повышается температура поверхностей нагрева и не может в достаточной степени регулироваться.

**Паровое отопление высокого давления.** Этот вид отопления работает обычно с давлением пара от 1 до 3 ат, редко выше. Соответственно выше будет и температура пара, что дает возможность для той же производительности ограничиться меньшими поверхностями нагрева, а также более узкими трубами, вследствие больших допускаемых потерь давления, нежели при паровом отоплении низкого давления.

Установка котлов высокого давления производится специалистами и к обязанностям монтера не относится.

При сборке нагревательных приборов отдельные секции соединяются на уплотнительных кольцах, выдерживающих высокую температуру. Рекомендуется пользоваться только приборами с круглым проходным сечением. Пользование радиаторами при давлении свыше 2 ат исключается, а при меньшем давлении необходимо прокладывать между секциями не бумажные, а клингеритовые кольца.

Для трубопроводов нельзя пользоваться уплотнительным материалом, изготовленным из горючих составных частей. Таким образом, совершенно непригодны соединения на длинной резьбе, так как набивка через короткий промежуток времени обугливается и получается неплотность. Винтовым соединением следует пользоваться крайне осторожно, применяя исключительно высококачественные уплотнительные кольца, муфтовым соединением только с конической резьбой и для давлений не выше 3 ат. Лучшим соединением и здесь оказывается сварка или соединение на фланцах.

Для ответвлений рекомендуется пользоваться, для умеренного давления до 8 ат, чугунами фасонными частями, для более высокого давления стальным литьем, особой шаровой формы. Приваривание ответвлений требует специальных приемов, чтобы получилось надежное соединение.

В качестве гарнитуры к нагревательным приборам применяются только запорные вентили и поплавковые конденсационные горшки. Конденсационные отводчики допускают точную установку только для вполне определенного давления. Так как давление в установке поддерживается равномерным лишь очень редко, то в работе конденсационных отводчиков наблюдаются постоянные недоразумения. Это имеет место и при установке автоматических редуцирующих клапанов для поддержания давления на одинаковой высоте; они также отказываются правильно работать, если давление впуска опустится ниже известного предела, что наблюдается в большинстве предприятий в целях экономии.

Удалять автоматически воздух через такой горшок конечно нельзя. Пользоваться автоматическим воздухоудалением или отводчиками также нельзя. Поэтому необходимо устанавливать на горшках или в непосредственной от них близости воздушные краны, которые надо открывать во время растопки и закрывать после начала выхода пара.

Вследствие большой разницы в давлениях не может быть конечно и речи об удалении конденсата сифо-

нами. По той же причине, что и у нагревательных приборов, и здесь неприменимы конденсационные отводчики. Единственно правильной будет установка конденсационных горшков.

Удлинение труб, в зависимости от величины давления, бывает весьма различно и легко достигает при более высоком давлении 2 м на 1 пог. м длины. На это следует обратить внимание при устройстве конденсации.

В остальном, конечно, остаются действительными правила, указанные для парового отопления низкого давления.

При пуске системы в ход следует повышать давление весьма осторожно, чтобы обнаружить имеющиеся дефекты уже при небольшой нагрузке. При этом необходимо все время внимательно следить за установкой и в особенности за плотным состоянием арматуры.

Регулировать такие системы невозможно. Как только будет достигнуто правильное нагревание приборов, работу монтера можно считать оконченной; он должен еще только проверить правильное закрытие вентилей и конденсационных горшков и достаточную плотность трубопроводов.

Арматура испытывается с достаточной точностью закрытием отдельных вентилей. Включенные нагревательные приборы должны через короткий промежуток времени заметным образом остыть и при открывании воздушных кранов засасывать воздух.

Конденсат выходит из нагревательных приборов с температурой, соответствующей температуре пара высокого давления и затем в трубопроводе внезапно попадает в область низкого давления. Так как вода была нагрета свыше температуры кипения, то избыточное количество тепла немедленно вызывает парообразование при пониженном давлении. Получается добавочное парообразование. Это вызывает большую потерю тепла, если не принять мер к использованию скрытой теплоты этого парообразования, в особых нагревательных приборах для низкого давления.

Следует еще упомянуть об особом виде парового отопления высокого давления, при котором избегается добавочное парообразование и установка многочисленных конденсационных горшков, с центральным оборудованием для включения и управления им.

Сущность этого вида отопления заключается в том, что растопка производится открытием на месте управления, нескольких, немногочисленных вентилях, после чего вся система бывает замкнута и конденсат направляется к котлам под полным давлением. Получающиеся в трубопроводах потери давления, выравниваются, обыкновенно специальными тщательными приспособлениями.

Поверхности нагрева в этой системе состоят из нескольких, обычно, железных трубопроводов, в которых пар течет с большой быстротой. Благодаря этому бывает возможно поднимать конденсат на значительную высоту и отпадают, следовательно, неудобные приспособления для отвода конденсата из разводящих магистралей. Трубопроводы при этой системе прокладываются применяясь исключительно к местным условиям, то поднимаясь или опускаясь, совершенно не считаясь с какими-либо определенными уклонами.

Расчет участков с подъемом воды требует особенной тщательности, которая к сожалению не всегда имеет место. Из-за ошибок в этих частях вся система может перестать работать. Пустить систему в ход, при этом обыкновенно удается, однако слишком большие сопротивления влекут за собой постепенное, примерно через 3—4 часа (а иногда и позже), охлаждение труб. Заставить после этого вновь заработать систему можно лишь с большими потерями воды.

Монтер не должен, поэтому, самовольно изменять планов инженера, но для малейшего изменения против проекта испрашивать соответствующих указаний от технического бюро.

При системах этого рода применяют обычно очень высокое давление, часто в 8—10 ат. и даже выше. Соответственно с этим должна быть тщательность

монтажа, обращая особое внимание на места сварки. Большое внимание должно быть обращено также на сильное расширение, вследствие высокой температуры.

Для выполнения этой системы существует за границей целый ряд патентов, и каждая фирма пользуется своим методом исполнения. Для всякой подобной установки необходимо требовать подобных указаний, которые должны быть приведены в монтажных чертежах.

## V. Воздушное отопление.

При воздушном отоплении нагревательные приборы в помещениях не устанавливаются, а в них вводится подогретый воздух, отдающий избыток своего тепла на покрытие потребности помещений в тепле. Для доставления подогретого воздуха служат каналы, кирпичные или из листового железа, в нижней части которых воздух нагревается, а на другом конце выходит в обогреваемые помещения. Движение воздуха происходит таким же образом, как и движение воды при водяном отоплении. Для большинства установок довольствуются естественной циркуляцией воздуха и только в очень больших пользуются механической энергией в виде работы вентиляторов.

Изготовление каналов, вставка регулирующих приспособлений, заслонок, задвижек, решеток и проч. к обязанностям монтера не относится. Его дело — установить, на основании чертежей, правильность установки и размещения отдельных частей. Калорифер же со всеми принадлежностями устанавливается монтером.

**Нагревание воздуха огневой топкой.** Простейший вид воздушного (духового) отопления — это с огневой топкой. В этом случае воздух нагревается непосредственно о поверхности, омываемые пламенем; котел и нагревательные приборы соединены как бы в одно целое.

Существенные части калорифера состоят из топки, дымоходов и нагревательной поверхности.

При устройстве топки исходят из тех же соображений, что и при водяных и паровых котлах. В зависимости от рода сжигаемого топлива пользуются плоской, наклонной или ступенчатой колосниковой решеткой. Так же как и при котлах следует обращать внимание на правильное направление воздуха для сгорания, на плотность всех затворов и каналов и на доступность дымоходов для очистки от сажи и копоти, для чего необходимо предусмотреть плотные, но легко открывающиеся лазы. Наконец, для регулирования топки необходимо иметь легко переставляемую дымовую задвижку, которая не должна, однако, способствовать появлению неплотностей в борове.

Воздухопроводящие каналы должны быть совершенно плотно отделены от дымоходов. Даже при отсутствии крышек для чистки, дымовые газы не должны попадать в нагреваемый воздух, для достижения этого безусловно необходимо набегать устройства отверстия для чистки в „воздушной камере“ и в каналах; эти отверстия могут помещаться только в помещении для обслуживания, плотно отделенного от воздушных каналов.

Такое изолирование не должно, однако, вести к невозможности чистки воздушных каналов. Пыль, осаждающаяся во время летнего перерыва, вызывает при растопке и в дальнейшем тяжелые нарекания, а потому должна тщательно удаляться перед растопкой. Поэтому воздушная камера должна быть легко доступной, поместительной и светлой; чтобы чистку можно было производить легко, быстро и основательно. Это заставляет предпочитать гладкую поверхность нагрева ребристой; в самой печи должно быть достаточно свободного места, чтобы человек мог без затруднения обойти кругом и вытереть внутри пыль.

**Паро-духовое и водс-духовое отопление.** Вместо непосредственной огневой топкой для нагревания воздуха, пользуются также паровыми и водяными нагре-

вательными приборами. Поскольку при этом применяются обыкновенные конструкции в виде радиаторов, регистров и т. п. здесь остается в силе то же основное требование—возможность чистки. Нагревательные приборы представляют из себя составные части систем парового или водяного отопления и для их нагрева с ними поступают точно так же, как и при паровом или водяном отоплении помещений.

За последнее время для воздушного отопления стали строить специальные калориферы, в которых воздух механическим путем пропускается мимо нагревательных поверхностей с большой скоростью. Этим достигается значительное усиление теплоотдачи и уменьшение размеров необходимой поверхности нагрева. Кроме того, быстрая струя воздуха уносит все частицы пыли, вследствие чего отпадает необходимость чистки. Благодаря этому приборы могут быть небольших размеров, даже при весьма значительной производительности.

Следует заметить, что производительность калориферов сильно меняется в зависимости от температуры пара и числа оборотов вентилятора. Количество образующегося в паровых калориферах конденсата бывает поэтому весьма различно, почему конденсационные отводчики здесь никогда не применяются. Для всех подобных установок рекомендуется ставить исключительно поплавковые конденсационные горшки.

Относительно установки подобных калориферов ничего особенного сказать нельзя. Они представляют из себя паровые или водяные нагревательные приборы и обращаться с ними надо, как указано при разборе установки нагревательных приборов.

Для пуска в ход духового отопления с огневой топкой надо только растопить последнюю и открыть заслонки и задвижки.

При паро-духовом или водо-духовом отоплении надо, во избежание возможности замерзания, растопить сперва котел и основательно прогреть калорифер, а затем уже впускать в камеру холодный воздух

Обратно, при прекращении отопления сперва надо прекратить доступ холодного воздуха, а затем уже выключить нагревательные приборы. В остальном остаются в силе правила, приведенные для отдельных систем отопления.

## VI. Установки для снабжения горячей водой.

Установки для горячего водоснабжения состоят из двух существенных частей: из устройства для приготовления горячей воды и из сети, распределяющей ее по местам потребления.

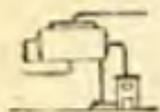
**Приготовление горячей воды.** Нагревание воды может производиться или непосредственно тонкой или же, что в больших установках является обычным, помощью паровых или водяных нагревательных приборов.

Так как отбор горячей воды никогда не производится совершенно равномерно, а нагревание не в состоянии немедленно следовать за каждым толчком, то подобные устройства всегда снабжаются на ряду с непосредственным нагревателем воды, еще водяным аккумулятором, так называемым бойлером. Во многих небольших, а также и в более значительных установках, водонагреватель и аккумулятор соединяются в одном бойлере.

При непосредственном нагревании холодная вода поступает в запасный бак (аккумулятор), соединенный подающим и обратным трубопроводом с котлом (фиг. 286). Между котлом и аккумулятором происходит естественная циркуляция воды, как и при водяном отоплении, так что правила, относящиеся к этому отоплению, должны в полной мере соблюдаться и здесь. Иногда аккумулятор соединяется с котлом в одно конструктивное целое тем, что водяное пространство котла делает настолько большим, чтобы оно могло

вместить достаточное количество воды (фиг. 287). Этим значительно упрощается установка.

Малые котлы для непосредственного приготовления горячей воды в прежнее время делались часто чугуинными. Так как котлы образуют самую горячую часть установки, то вся накипь из постоянно возобновляющейся воды осаждается здесь; поверхность нагрева легко при этом раскаляется ввиду того, что теплопередача значи-



Фиг. 286. Схематическое изображение устройства для непосредственного нагрева воды в котле, с водным аккумулятором и малым котлом. Холодная вода поступает в аккумулятор, соединенный с котлом, подающим и обратным трубопроводом.



Фиг. 287. Схематическое изображение непосредственного нагрева воды в котле с большим водным объемом. Нагревание воды происходит в котле, служащем одновременно и водным аккумулятором.

тельно уменьшается даже при небольшом осадке, и котлы скоро приходят в негодность. Своевременное удаление накипи почти невозможно даже в котлах специальной конструкции, со съемной крышкой. Все это вынудило перейти вскоре и здесь к железным котлам, лучше выдерживающим раскалывание стенок.

Большие водогрейные котлы изготавливаются исключительно из железа. Кроме простоты устройства, они обладают еще преимуществом более легкой чистки и безусловно заслуживают предпочтения перед малыми котлами с особым водным аккумулятором.

Притекающая свежая вода, наравне с накипьюобразователями, всегда содержит еще значительное количество воздуха который, вместе с содержащимися в воде слоями легко разъедают черное железо, так что через короткий промежуток времени оно оказывается ржавевшим. Во избежание этого, железо покрывается обычно каким-либо составом против ржавчины.

Применяемая еще иногда оцинковка этих сосудов вначале представляет из себя хорошие средства про-

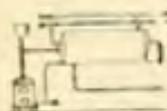
тив ржавчины. Однако, вследствие колебаний температуры, которых нельзя избежать, и неравномерного расширения железа и цинкового слоя, в последнем скоро образуются трещины. Это вызывает местные, хотя и слабые, гальванические токи, очень быстро растворяющие в воде цинк и разъедающие затем обнажившееся железо, гораздо скорее, чем если бы оно оставалось совершенно черным. Поэтому предпочтительнее наносить на железо какой-нибудь эластичный слой. Лаковые заводы выпускают в настоящее время в продажу краски, которые легко переносят колебания температуры и даже при наличии воды довольно долго предохраняют железо от ржавчины. Рекомендуется, однако, возобновлять такую окраску через каждые 1—2 года. Это относится также и к бойлерам с паровым или водяным отоплением, о которых речь будет ниже.

Во многих случаях оцинковка бойлеров, и т. п. сосудов, давала удовлетворительные результаты. Это бывает, однако, только в том случае, если образующиеся мелкие трещины быстро затягиваются слоем накипи.

Точно так же действует и простое покрытие цементным раствором. Цемент, правда, довольно скоро отскакивает, но постоянно заменяется слоем накипи. При очень мягкой воде это средство оказывается недостаточным.

Арматура состоит из термометра и приспособления для спуска. Наполнение происходит автоматически, через присоединение к водопроводной сети (фиг. 292), или через открытый бак, установленный в высшей точке, и питаемый из водопровода через поплавковый клапан (фиг. 293—294). Регуляторы горения почти никогда не ставятся, да они оказываются и совершенно излишними, если, более или менее, знать режим работы и внимательно наблюдать за топочными дверцами и заслонками. Расширительный сосуд заменяется наполнительным сосудом. При непосредственном соединении с водопроводной сетью (фиг. 283), обычно

венно предписывается установка обратного клапана и необходимо также предусмотреть предохранительный клапан или достаточных размеров, воздушный колпак, всегда наполненный воздухом. Водоуказателя не требуется, да он обыкновенно и бесполезен.



Фиг. 288. Схематическое изображение установки с водо-водяной системой нагрева-

ния горячей воды. Свежая вода нагревается в бойлере посредством водяного нагревательного прибора, получающего свое тепло из малого котла с подающей и обратной линией и с расширительным сосудом. Кроме трубопровода для разводки горячей воды имеется еще циркуляционная линия для поддержания воды в горячем состоянии около места отбора; эта линия заканчивается в верхней части бойлера.

При установке соблюдаются те же правила, что и для водогрейных котлов для отопления.



Фиг. 289. Бойлер со вставленным регистровым нагревательным прибором из трех, изогнутых, U-образно изогнутых труб. Регистр прикреплен к крышке и, по снятии ее, совершенно вынимается из резервуара.

В другой системе свежая питательная вода направляется не в котел, а в бойлер, где доводится до требуемой температуры, посредством парового или водяного нагревательного прибора (фиг. 288). Первоначальным источником тепла служит обыкновенно малый котел, снабженный теми же принадлежностями, что и при водяном отоплении, кроме, пожалуй, регуляторов горения.

Нагревательной поверхностью служат обыкновенно змеевики из достаточно широких труб, их диаметр следует выбирать в зависимости как от теплопроизводительности, так и от длины трубы (фиг. 291). Для возможности сокращения пути движения пара или воды змеевики соединяются часто параллельно (фиг. 289). Реже пользуются двойными трубками (фиг. 290), заключающими нагревающую среду в кольцеобразном пространстве, в то время как свежая вода омывает

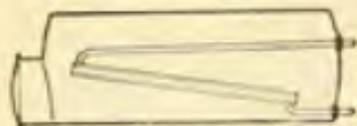
внутреннюю и внешнюю поверхность наружной трубы. Вследствие циркуляции воды через внутреннюю трубку, двойные трубы должны устанавливаться с большим уклоном; при этом значительная часть поверхности нагрева падает в верхнюю часть сосуда, между тем, как следует стремиться всю нагревательную поверхность размещать в нижней части. Иногда устанавливаются также радиаторы и проч. нагревательные приборы, дающие при достаточной поверхности нагрева удовлетворительные результаты.

Чтобы поверхность нагрева оставалась достаточной, необходимо регулярно удалить накипь из бойлера и особенно с нагревательных поверхностей. Поэтому все подобные резервуары должны снабжаться крышкой, через которую легко может пролезть человек. Для небольших резервуаров крышке дается одинаковый с ним диаметр, для больших же размеров, принимая во внимание неравномерное расширение боковой поверхности, делают для этой крышки горловину, которая слегка пружинит и расширяется независимо от боковой поверхности всего сосуда. Подробнее об этом сказано в первой части.

В больших установках нагревательные приборы обыкновенно не вынимаются из бойлеров, так как чистка достаточно легко производится через устроенные для этой цели лазы. Для небольших же и средней величины установок, при внутреннем объеме до 5000 л. всегда следует нагревательные приборы делать выдвигаемыми.

Очень часто змеевик неподвижно соединяется с крышкой и вместе с ней удаляется (фиг. 289). Это имеет то преимущество, что поверхность нагрева может быть совершенно вынута и вычищена гораздо основательнее, чем если бы она оставалась внутри сосуда. С другой стороны, при такой конструкции невозможно определить после сборки, правильно ли положение змеевика; сдвиг опорной поверхности не раз бывал причиной появления воздушных мешков, совершенно прекращавших работу системы для при-

готовления горячей воды. Поэтому лучше делать места присоединения к нагревательной поверхности в боковой поверхности бойлера (фиг. 291), или в неподвижном днище (фиг. 290) так, чтобы перед закрытием сосуда можно было видеть окончательное положение нагревательной поверхности. Конечно, закрепление ее надо при этом делать так, чтобы разборка не представляла больших затруднений. Лучше всего



Фиг. 290. Бойлер со вставленным нагревательным прибором из двойных труб. Чтобы действительное положение внутренней трубки оказалось действительным, необходимо давать им большой уклон. Закрепление производится в неподвижном днище сосуда так, что по снятии крышки вся нагревательная поверхность становится видимой в ее окончательном положении.

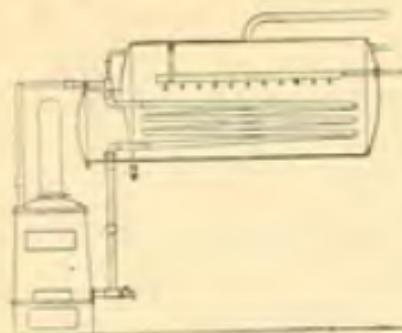
ответвления в высшей точке падающей линии змеевика (фиг. 291). В этом случае расширительный сосуд оказывается излишним, а котел при потерях воды постоянно пополняется горячей водой. Но наряду с этим преимуществом эта конструкция имеет и недостаток. Котел все время находится под давлением водопровода и в случае бурного закипания воды в котле весь ил и грязь могут попасть в сеть горячего водоснабжения.

Иногда бывает желательно нагревать зимой воду для бытовых потребностей не в специальном котле, а от котла для отопления. В таком случае делают соединение обоих котлов (фиг. 292—294), при чем со-

сделать внутри резервуара, недалеко от крышки, винтовое соединение для подающей и обратной линии, или же фланцевое. Часто делают также присоединение через неподвижное дно, делая уплотнение сальниками. Соединение, указанное на фиг. 290, с контргайками следует избегать вследствие трудности разборки, если появится ржавчина.

Расширительный трубопровод соединяют часто не с открытым расширительным сосудом, а с водяным пространством самого бойлера, делая

единения делаются и в подающей и в обратной линии, при чем, по крайней мере, одно из них должно быть



Фиг. 201. Устройство для приготовления горячей воды, с малым котлом, бойлером со вставленным змеевиком для нагревания. Змеевик прикреплен к стенкам цилиндра (в горловине) болтами и по удалении крышки совершенно доступен. Вся поверхность нагрева видна в ее окончательном положении. Расширение воды от нагревания поглощается бойлером, так что котел постоянно находится под давлением находящихся в распределительной сети для горячей воды. Питание производится к бойлеру посредством распределительной трубки с мелкими отверстиями, расположенной в верхней части.

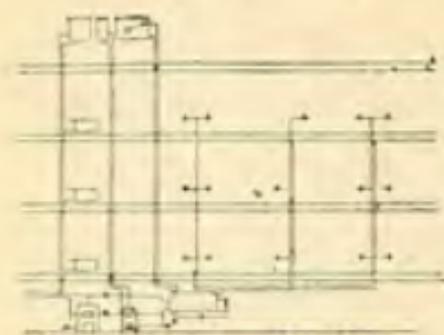
снабжено запором. Соединение обратных линий надо располагать как можно выше над котлами, во избежание излишнего нагревания не работающего котла при открытом запоре.

Если запорное приспособление находится в сое-

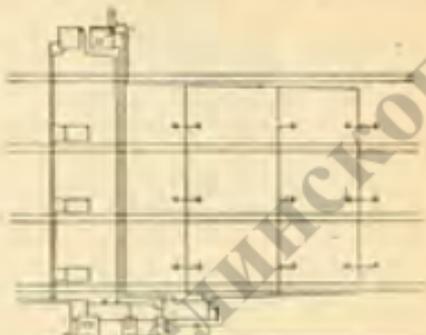


Фиг. 202. Схематическое изображение установки для горячего водоснабжения в соединении с водяным отоплением. Чтобы иметь возможность пользоваться зимою котлом водяного отопления для приготовления горячей воды, питающие и обратные линии системы отопления и горячей водоснабжения соединены между собой. Летом при токе только малого котла, сеть отопления выключается задвижкой, помещенной в соединительной ветви обратной линии. Для обоих котлов достаточно одного расширительного сосуда, при этом, однако, не исключена возможность нагревания частей отопления, вследствие циркуляции воды в трубах. Питание свежей водой для отбора производится под давлением водопроводной сети с постановкой запорного и возвратного клапанов. Для предупреждения поломки от нагревания, при отсутствии отбора воды, в питательную линию вклучен воздушный колпак. Горячая вода распределяется без циркуляции.

динении подающих линий (фиг. 293—294), то система горячего водоснабжения для удаления воздуха должна иметь особый расширительный сосуд или воздушный



Фиг. 293. Схематическое изображение установки для горячего водоснабжения в соединении с водяным отоплением. Для избежания нагревания отопительной сети в течение летнего времени, подающая и обратные линии сделаны запирающимися. Для системы горячего водоснабжения требуется особый расширительный сосуд, устанавливаемый на той же высоте, что и для отопительной сети. Для питания системы горячего водоснабжения служит открытый бак с поплавком. В распределительной сети имеются циркуляционные линии, на которых одна, у первого стояка, доведена до первого этажа, а у двух остальных стояков почти до верхних кранов.



Фиг. 294. Схематическое изображение установки для горячего водоснабжения в соединении с водяным отоплением. Во избежание нагревания летом отопительной сети, запором снабжена только подающая линия. Вместо второго расширительного сосуда здесь достаточно особого расширительного трубопровода, который рекомендуется продолжить до верхней части расширительного сосуда отопительной системы. Питание свежей водой производится через бак с поплавком. Расводка горячей воды производится сверху; высшую точку разводящей линии необходимо снабжать специальной воздушной трубкой, подняв ее над поплавковым баком. Вся система имеет очень хорошую циркуляцию воды.

трубопровод, выведенный в расширительный сосуд отопительной системы.

При помещении запора в обратной линии (фиг. 292) достаточно одного расширительного сосуда или рас-

спирительного трубопровода. В этом случае следует, однако, опасаться нагревания летом отопительных частей, несмотря на закрытую обратную линию, а это означает непроизводительный расход тепла.

Если нагревательные приборы должны получать свое тепло от двух различных источников, напр., от парового и от водогрейного котла, то необходимо сделать подводящие и обратные линии к обоим источникам плотно запирающимися. Но и самый лучший клапан очень часто пропускает воду и поэтому легко может случиться, что паровой котел будет получать слишком много воды из системы и в ней будет постоянно ощущаться недостаток в воде. При различных источниках тепла будет поэтому рациональнее для каждого вида устанавливать свой особый нагревательный прибор. Это упрощает также обслуживание.

**Неравномерное нагревание.** Здесь так же, как и в системе с непосредственным нагреванием в топке, питание свежей водой для пополнения израсходованной производится или непосредственным присоединением к водопроводной сети (закрытые системы, фиг. 292), или через открытый бак с поплавковым клапаном (открытые системы, фиг. 293, 294). Питание почти всегда производится в нижнюю часть бойлера. После сильного отбора горячей воды внизу будет находиться холодная, а сверху — горячая вода и расширение боковой поверхности цилиндра будет весьма неравномерным. Причины многих повреждений кроются, главным образом, в напряжениях, вызванных разностью температуры. Поэтому было сделано предложение производить питание не снизу, а вводить холодную воду сверху, основательно смешивая ее с горячей путем впуска холодной воды через распределительную трубку со многими выпускными отверстиями (фиг. 291). Одновременно, будто бы, достигается осаждение накипи в виде мелкого ила, а не твердых корок. Опыт оказался, повидимому, неудачным, так как за последнее время о таких способах питания более не слышно. При этом внутренний водяной объем бойлера не может

быть использован в такой степени, как при нижнем питании, так как для целей купания требуется, напр., температура воды в  $40^{\circ}\text{C}$ , а для мытья — в  $60^{\circ}\text{C}$ ; кроме того, вследствие послойного распределения воды, в местах отбора может иметься еще требуемая температура, в то время, как весь бойлер уже наполнен холодной водой.

**Распределение горячей воды.** Распределение воды по сети в простейших установках производится под давлением водопровода (фиг. 292), при чем не обращают внимания на уклон, так как в распоряжении имеется давление довольно значительное. Воздушные пузырьки при открывании кранов выходят наружу и препятствий не представляют. Следует обращать внимание на возможность полного опорожнения. Только в том случае, если поплавковые баки расположены непосредственно над верхними кранами, надо считаться с возможностью образования воздушных пробок, и стараться предотвратить это правильными уклонами.

В промежутках времени между отбором воды последняя может значительно охладиться, что влечет большие потери в воде и во времени, при каждом открывании крана; чтобы избежать этого, воде дают возможность постоянно циркулировать, прокладывая для этого специальную циркуляционную линию (фиг. 293). В подобных установках разводка горячей воды может быть также, как и при отоплении, верховой или низовой (фиг. 293 и 224).

В том и другом случае циркуляция получается, как и при водяном отоплении, вследствие охлаждения и разницы в удельном весе. При прокладке трубопровода остаются в силе те же соображения, что и при водяном отоплении.

При верховой разводке величина напора зависит исключительно от охлаждения труб (фиг. 294). При низовой разводке циркуляционную линию у каждого стояка можно поднимать на различную высоту. Чем выше мы будем с ней подниматься, тем выше будет

напор, и тем лучше, следовательно, циркуляция. Циркуляционная линия, доведенная лишь до основания стояков, практических результатов давать обычно не будет.

В хорошо выполненных установках охлаждение бывает, обыкновенно, весьма незначительным и напор, поэтому, бывает весьма небольшим. Помехи, вследствие плохого монтажа или воздушных пробок, здесь более ощущаются, нежели при водяном отоплении. К тому же сюда постоянно прибавляются еще перемены при отборе горячей воды. Образование воздушных пробок поддерживается еще постоянным добавлением холодной, воды содержащей воздух; поэтому в подобных установках следует особенно внимательно относиться к возможности быстрого и полного удаления воздуха.

В случае верховой разводки, к высшей точке присоединяется воздушная труба, выведенная в бак с поплавком, а при закрытых системах в особый резервуар с воздушным поплавковым вентилем. При нижней разводке будет вполне достаточно, если верхние части стояков будут мешковидными и лежать в стороне от циркуляционного пути; воздух будет при этом выходить при отборе горячей воды через краны. Ни в коем случае нельзя поднимать циркуляционную линию до высшей точки стояка.

Для предохранения от ржавчины вся распределительная сеть делается из оцинкованных труб. В местах соединения вода соприкасается, однако, непосредственно с железом, но особых затруднений это, по видимому, не вызывает. Сварка оцинкованных труб вызывает повреждения и поэтому не применяется. Сгибание труб можно производить только нагревая их до темно-красного цвета, при котором оцинковка еще не страдает. Работа эта требует большой осторожности, почему всегда стараются применять фасонные части.

При пуске в ход рекомендуется наполнить систему снизу через спускной кран и, не добавляя более воды,

испытать ее на плотность. При наполнении системы сверху, в ней легко остаются воздушные пробки, уничтожающие правильный напор или циркуляцию. При наполнении следует открывать как можно более кранов или, по крайней мере, верхние из них. Когда трубопровод совершенно заполнится, краны закрываются и дается полное давление. После этого следует понемногу растапливать, не производя отбора воды. По достижении максимальной температуры, указываемой термометром, на бойлере открывают все краны и дают системе остыть, не прекращая топки; это повторяют несколько раз. При этом испытывают плотность системы и циркуляцию воды. Если результат от этой пробы окажется удовлетворительным, установка может быть сдана.

## VII. Продолжительность монтажа.

Описание монтажа стационарных установок было бы неполным, если бы не была указана ориентировочная продолжительность монтажных работ. Для различных установок она, конечно, бывает различной. Различные привходящие обстоятельства в значительной степени влияют на быстроту выполнения работ. В общем работа сильно затрудняется и замедляется, если производится в занятых помещениях, или же в таких, где требуется обращать большое внимание на окружающую обстановку. В новостройках работа производится поэтому всегда скорее, нежели в старых или занятых зданиях. Возможность дальнейшего расширения также играет большую роль. Если места трудно доступны для установки частей, то это также замедляет работу. Следует также учесть особые желания строителей, а также необходимость производства пробных установок, результат которых должен повлиять на дальнейшие работы. Качество употребляемого материала также имеет влияние. Необходимость переборки радиаторов и пр., плохое качество

труб, квалификация монтеров, количество и квалификация подручных, размеры установки и многое другое имеет здесь значение. Из всего вышесказанного следует, что проводить соответствующие цифры можно лишь с крайней осторожностью, учитывая все факторы.

Для чисто отопительных установок средней величины в новостройках можно в среднем считать по 10 часов на каждый нагревательный прибор и на пару слесарей (монтер с подручным).

На основании нескольких тарифных соглашений при участии рабочих и предпринимателей была установлена ниже приведенная таблица урочных норм.

Следует заметить, что урочные нормы для одной и той же работы в различных соглашениях были приведены весьма различные. Поэтому данные настоящей таблицы могут разойтись со многими тарифами и опытными данными. Но все-таки они представляют некоторую среднюю величину. Конечно, на основании внимательных наблюдений эти цифры могут быть значительно уточнены.

Учитывая вышеприведенные затруднения при монтаже, к этим цифрам надо сделать еще соответствующие надбавки. Определение размеров таковых требует большого навыка, знания условий работы и учета личных качеств рабочих.

### Таблица продолжительности монтажа для различных составных частей отопительных установок.

Продолжительность монтажа в мин. составляется из основного числа и известной надбавки, величина которой зависит от размера установленной части.

Принятые в таблице обозначения:

$f$  — поверхность нагрева в кв. м,

$l$  — длина в м,

$n$  — число секций (элементов),

$s$  — число мест сварки,

$d$  — диаметр в свету в мм,

$J$  — содержание в л,

$G$  — вес в кг.

1. Котлы. Секционные, доставленные в собранном виде:

водогрейные котлы . . . . .	400 + 80 · <i>f</i>
паровые . . . . .	700 + 80 · <i>f</i>

Секционные котлы, собираемые из отдельных секций:

водогрейные котлы . . . . .	550 + 100 · <i>f</i>
паровые . . . . .	850 + 100 · <i>f</i>
котлы малой емкости . . . . .	450 + 15 · <i>f</i>

Котлы в обмуровке, включая надзор за обмуровкой:

водогрейные котлы . . . . .	1100 + 40 · <i>f</i>
паровые . . . . .	1300 + 40 · <i>f</i>

Сюда включена установка всей арматуры.

2. Нагревательные приборы.

Радиаторы . . . . .	165 + 14 · <i>f</i>
Ребристые приборы . . . . .	160 + 20 · <i>n</i>
"    трубы (чугунные) . . . . .	140 + 15 · <i>l</i>
"    "    (железные) . . . . .	140 + 10 · <i>l</i> + 30 · <i>s</i>

Регистры и змеевики, как и трубы с надбавкой для малых змеевиков 30°/о.

Для каждого вентиля или крана надбавка в 30 минут.

Переборка радиаторов на каждую секцию . . . . .	12	"
Снятие радиаторов . . . . .	20	"
Установка радиаторов вновь . . . . .	40	"
Прокладка ответвления к прибору не считая прибора . . . . .	50	"

3. Трубы, со всеми фасонными и соединительными частями, укрепленным, втулками и пр. на каждый погонный метр.

Газовые трубы . . . . .	8 + 0,6 · <i>d</i>
Дымогарные трубы . . . . .	14 + 0,5 · <i>d</i>

## Надбавка за приварку ответвлений:

Газовые трубы . . . . .	5 + 0,45 <i>d</i>
Дымогарные трубы . . . . .	20 + 0,005 <i>d</i> <sup>2</sup>
Патентованные отводы (настройка) . . . . .	36 + 0,00014 <i>d</i> <sup>3</sup> .

## 4. Арматура.

Клапаны на фланцах . . . . .	15 + 0,5 <i>d</i>
"    или задвижки на муфтах . . . . .	16 + 0,4 <i>d</i>
Компенсаторы . . . . .	13 + 0,9 <i>d</i>
Редукционные клапаны . . . . .	250 + 1,25 <i>d</i>
Конденсационные отводчики . . . . .	15 + 0,75 <i>d</i>
"    горшки . . . . .	60 + 1,5 <i>d</i>

## 5. Прочие части.

Бойлер со змеевиком . . . . .	350 + 0,7 <i>J</i>
Расширительный сосуд . . . . .	100 + 0,5 <i>J</i>
Бак с поплавком . . . . .	240 + 1,3 <i>J</i>
Насос с мотором . . . . .	500 + 3,6 <i>d</i>
Вентилятор . . . . .	600 + <i>G</i>
Калорифер . . . . .	1400 + 1,2 <i>G</i> .

## 6. Устройство мастерской и проч.

160 + 3% от всей продолжительности монтажа.

В вышеизложенном описании были приведены правила и указания для нормальных установок, при сборке которых не встречается каких-либо особых затруднений. Если же во время сборки или испытания обнаружатся какие-либо ошибки, или приходится исправлять старые неудовлетворительные установки, то может оказаться необходимым прибегнуть к различным другим приемам, которые в настоящей книге могли быть указаны лишь совсем коротко. Исправление "больных" установок требует особых мероприятий, подробное описание которых заняло бы отдельный выпуск настоящего руководства.

*Прим. ред.* Для составления смет в СССР существуют нормы Губинжа изд. 1926 года.

## ПРИЛОЖЕНИЯ.

Правила ухода за чугунными котлами  
верхнего и нижнего горения.

## Растопка котла.

До начала пуска отопления в ход, истопник должен удостовериться, не имеется ли засора в дымовых каналах котла и достаточно ли прочищены борова и дымоходы. Это относится как к старым, так и к новым системам. При недостаточной тяге в котлах, часто происходящей от недостаточно прогретых стенок дымовой трубы и борова, необходимо пробить стенку дымовой трубы у основания и заложить туда охапку сена или стружек и затопить. Как только установится достаточная тяга, необходимо затопить котлы и поддерживать в них легкий огонь. При новой дымовой трубе прогревание это должно продолжаться в течение нескольких дней, до полного прогревания стенок дымохода и просушки их.

Истопнику следует до растопки котла убедиться, вся ли арматура котла в исправности. Если котлы предназначены для водяного отопления, то он должен осмотреть задвижки „Лудло“ и удостовериться, что они открыты. При закрытых задвижках и отсутствии предохранительных приспособлений (обратные клапана) котлы могут лопнуть.

Затем истопник должен осмотреть колосниковую решетку, очистить ее от шлаков и золы и убедиться наполнена ли система водой. При паровом отоплении котел должен быть наполнен водой до отметки на водомерном стекле.

Растопка котла без воды строго воспрещается.

Дымовая заслонка, при растопке котла, должна быть полностью открыта. При наличии нескольких котлов, необходимо урегулировать тягу соответственным прикрыванием борцов, оставляя в них отверстия, достаточные для правильного горения топлива.

При растопке котла разводится на колосниковой решетке легкий огонь и затем наполняют шахту коксом или другим топливом, предназначенным для отопления. Когда кокс достаточно разгорится, шахту засыпают топливом до верху и все двери котла плотно закрываются. Удаление золы и шлаков необходимо производить ежедневно утром и вечером. При шуровке следует избегать ударов и толчков по стенкам секций и колосниковой решетки. Часто под влиянием неосторожной и халатной шуровки появляются трещины и течь в котле.

Засыпка топлива в шахты производится по мере надобности, при чем в котлах нижнего горения, в целях экономии, всегда рекомендуется держать слой топлива выше отверстий верхних дымовых каналов котла. При уменьшенной, посредством дымовой заслонки тяге, горение топлива можно растянуть на всю ночь, без добавочной засыпки топлива.

Помещение, предназначенное для котлов, должно содержаться в возможной чистоте. Арматура на котлах и на трубопроводе должна иметь блестящий вид. Дымовые каналы котла должны, по мере надобности, прочищаться стальными щетками, насаженными на железные рукоятки. Их просовывают через специальные отверстия, находящиеся наверху котла по обеим его сторонам и имеющиеся плотно закрывающиеся крышки. Зола и сажа падает по каналу вертикально вниз, откуда ее из боковых отверстий выгребают.

При наполнении котла водой, во время его работы, нужно строго следить за тем, чтобы питательный кран был открыт на возможно малую величину. Это нужно делать для того, чтобы воспрепятствовать быстрому охлаждению внутренних стенок котла, могущих в противном случае дать трещины. Поэтому, во время

действия котла не следует допускать понижения уровня воды в системе.

Вообще следует строго следить за тем, чтобы вода в системе не убавлялась. Это необходимо, во-первых, потому, чтобы по возможности избежать образования накипи в котле, а во-вторых, избежать ввода воздуха в систему, имеющегося в избытке в водопроводе. Последнее явление особенно вредно при насосных системах, где воздух в виде мельчайших пузырьков разносится по всей системе и осаждается там, где скорость воды в трубопроводе мала. Удаление образовавшихся, таким образом, воздушных мешков удается только при вторичном напуске воды в систему. Никим образом нельзя пользоваться горячей водой из системы. Несоблюдение вышеозначенных правил, влечет за собой образование накипи, слой которой, с течением времени, становится все толще и толще, водяное пространство котла постепенно зарастает, стенки котла становятся все менее и менее теплопроводными, в котле образуются вредные напряжения и в конце концов секция лопается.

Если при водяном отоплении вода превысит допускаемую температуру, или при паровом, — давление пара превысит заданную норму, или уровень воды по каким-либо причинам опустится до нижней предельной отметки, то во всех таких случаях следует, закрыв предварительно дымовую заслонку, открыть топочную дверку котла, закрыть поддувальную и дать холодному воздуху, таким образом умерить горение до полного устранения дефектов. Если же вода в паровом котле понизится настолько, что уровень ее совсем не будет виден в стекле, то следует немедленно удалить топливо с решетки и потушить огонь.

Во время действия котла необходимо, от времени до времени, продувать краны у водомерного стекла, дабы иметь полную уверенность в том, что показания водомерного стекла правильны.

При тушении огня в котле, никим образом нельзя пользоваться водой и заливать ею колосниковую

решетку. При этом произойдет неизбежное лопание секций в котле. Равно недопустимо, ни в коем случае, наполнение разогретого котла водой.

По окончании отопительного сезона необходимо выпустить всю воду из котла и системы и наполнить их свежей водой. В таком виде оставляют систему до нового отопительного сезона. До пуска системы в ход, следует вторично выпустить воду из системы промыть обратные трубы от накипи и осадков и вновь наполнить систему свежей водой. Лишь тогда можно пустить систему отопления в ход.

Дымовая труба, точечные и поддувальные дверки должны быть, во время летнего перерыва, плотно закрыты.

### Правила для кочегаров.

В случае неисправности котла или приборов — уведомить заведующего.

**Наблюдать, чтобы стрелка манометра** не переходила никогда за красную черту, опускалась медленно при продувании манометра через край; манометр продувать один раз в смену; край манометра открывать и закрывать медленно.

**Наблюдать за водоуказательными стеклами, чтобы вода:**

- 1) не опускалась никогда ниже черты низшего уровня;
- 2) держалась во время действия котла на одном уровне, слегка колеблясь;
- 3) вытекала с сильным выделением пара, при открывании нижнего пробного крана.

**Наблюдать за водоуказательными кранами, чтобы они легко открывались и закрывались.**

Манометр и водоуказатель всегда хорошо освещать. Водоуказательные стекла и краны продувать по крайней мере три раза во время дежурства.

Стекла Клингера раз в день прочищать щеточкой.

**Наблюдать за предохранительными клапанами, чтобы:**

1) пропускали пар, когда стрелка манометра находится на красной черте;

2) рычаги предохранительных клапанов не терлись о вилки и не вращались туго на болтах.

Ни в каком случае не обременять предохранительных клапанов добавочным грузом.

Предохранительные клапаны продувать ежедневно, приподнимая осторожно рычаг.

Грибок клапана, если это возможно, ежедневно слегка поворачивать в седле.

Употреблять все питательные приборы котла (насосы, инжекторы) по крайней мере два—три раза во время дежурства для испытания их исправности.

**До растопки котла:**

1) приподнять дымовую заслонку и открыть дверцы топки для вентиляции каналов от накопившихся взрывчатых газов;

2) проверить, не пропускают ли спускные краны;

3) проверить уровень воды в котле, посредством открытия водоуказательных и пробных кранов;

4) если уровень воды слишком низок—повысить его;

5) проверить, закрыты ли паровые клапаны;

6) предохранительный клапан осмотреть и, если в котле нет давления, легко приподнять.

**Во время растопки:**

1) если в котле нет давления, выпускать воздух через предохранительный клапан, пока не покажется пар;

2) при выпуске пара в паропровод, клапаны открывать постепенно, медленно нагревая паропровод и тщательно отводя воду;

3) если есть перегреватель, то еще до разведения пара отделить его от горючих газов заслонками;

4) до пуска машины в ход выпустить воду из перегревателя;

5) при отоплении газами таковые следует, после открытия дымовой заслонки, пускать постепенно;

6) при отоплении нефтью, открыть дымовую заслонку, пустить пар или воздух, а затем постепенно и осторожно, во избежание выбрасывания огня наружу, пустить нефть.

**Следует прекратить действие топки:**

1) если уровень воды в котле, несмотря на питание его, быстро понижается, или если вода упала так низко, что ее не видно в стекле;

2) если перестанут действовать все питательные приборы;

3) если в котле будет замечена отдулина или трещина;

4) если обнажатся части котла от обмуровки со стороны дымохода выше уровня воды, или стенки котла накалятся до-красна;

5) если слышен шум пара внутри дымоходов;

6) если оба предохранительных клапана неисправны;

7) если в действии котла будут замечены непонятные явления.

**При необходимости быстрой остановки действия котла:**

1) закрыть поддувало (прекратить дутье);

2) выбросить огонь из топки, а в крайнем случае, где этого сделать нельзя, — залить водой;

Если котел отапливается газами доменных или пламенных печей, отвести тягу, а при отоплении газами или нефтью закрыть клапаны или краны, сквозь которые проходит в топку нефть или газ.

3) открыть топочные дверцы и дымовую заслонку;

4) закрыть паровой клапан к общему паропроводу;

5) постепенно выпускать пар;

6) по окончании вышеуказанного уведомить заведующее лицо.

**Если давление пара быстро возрастает, переходя дозволённую границу, несмотря на действие предохранительных клапанов:**

1) закрыть поддувало (прекратить дутье);

2) опустить дымовую заслонку;

- 3) питать котел;
- 4) выпускать пар;
- 5) заглушить огонь, а после прекращения огня открыть топочные дверцы и дымовую заслонку;
- 6) в крайнем случае выгрести огонь;
- 7) уведомить заведующее лицо.

**В случае перерыва в потреблении пара:**

- 1) закрыть поддувало (уменьшить литье);
- 2) прикрыть заслонку;
- 3) подкачать воду в котел.

**Под конец работы котла:**

- 1) постепенно уменьшать огонь и сбрасывать пар;
- 2) поддерживать уровень воды в котле на 2 дюйма выше обыкновенного;
- 3) выгрести совершенно огонь с колосниковой решетки и потушить его;

4) удалить гарь с колосников и тонки и очистить колосники и зольник;

- 5) опустить дымовую заслонку и закрыть дверцы.

Воспрещается тушить огонь посредством заливания водою тонки.

Воспрещается заглушать огонь свежим топливом, если котел остается без надзора.

**Воспрещается под угрозой ответственности производить какую-либо починку котла во время его действия.**

**Общие правила:**

1) Кочегар обязан содержать котельную установку в полном порядке, чистоте и достаточно освещенной, а также свободной от всяких посторонних предметов.

Выходы из котельного помещения во время работы котла не должны запираются на ключ или засов.

2) Кочегар не имеет права, без разрешения заводоуправления, допускать в котельное помещение посторонних лиц.

3) При непрерывном действии котла, оставляющий работу кочегар не имеет права покинуть свое место, пока не сдал всей установки заменяющему его товарищу.

До тех пор, пока в топке имеется огонь, кочегар не имеет права оставить, хотя бы на короткое время, котел без надзора.

4) Во время пожара или какого бы то ни было несчастного случая вне котельного помещения кочегар должен оставаться на своем посту.

Если же пожар начинает угрожать котельной, то необходимо немедленно пустить полным ходом дымовые приборы, удалить огонь из топки, закрыть главный шибер (заслонку) и осторожно выпустить пар прямо в котельное помещение, открывая предохранительные клапаны и другие приспособления.

За выполнением настоящих правил должны иметь постоянное наблюдение органы Администрации предприятий и фабрично-заводские комиссии по Охране Труда.

Винные в несоблюдении настоящих правил привлекаются к судебной ответственности Инспекторами Труда.

Наркомтрудсобес *Шmidt*.

Заведующий Отделом  
Социальной Охраны Труда *Каплун*.

27 декабря 1919 г.

Утверждено на заседании  
президиума ЦК строите-  
лей 16—IV—26 (протокол  
№ 12, § 148—8).

## О примерных сроках изнашивания инстру- ментов.

В способах определения амортизации инструмента, принадлежащего рабочим, и установления оплаты за него наблюдается большое разнообразие.

Многие организации устанавливают амортизационные в  $\frac{0}{100}\%$  от заработка рабочего и в результате получается весьма значительное колебание их даже по одному и тому же предприятию и для одинаковых профессий, вследствие значительных колебаний в зарплатах. Разница же в % на амортизацию по отдельным организациям союза доходит до 100 и более  $\frac{0}{100}\%$ .

Не лучше обстоит дело и с теми организациями, где амортизационные установлены в определенных суммах в день.

В виду того, что в сроках изнашивания инструментов и ценах на них не может быть значительной разницы, вышеуказанные колебания нормальными признать нельзя.

В целях регулирования вопроса об амортизации инструментов, разработан настоящий справочник о примерных сроках изнашивания инструментов, который рекомендуется брать в основу при исчислении амортизационных.

Справочник составлен на основе материалов, разработанных 24 союзными организациями, с привлечением рабочих непосредственно с производства, почему можно полагать установленные сроки достаточно близкими к действительности.

Принимая во внимание, что цены на инструмент, как и качество его, могут иметь значительную разницу в разных районах Союза, ЦК установил только

срок изнашивания инструмента среднего качества стоимость же его должна быть взята по существующим ценам в каждой отдельной местности.

Устанавливаемый справочником набор инструментов предусматривает полный набор, который может быть у рабочих той или иной специальности, о плате же подлежит набор инструментов, которым в действительности пользуется рабочий.

В виду того, что стоимость инструмента и набор его определяются в порядке соглашения сторон в колдоговорах, необходимо оговаривать этот момент применительно к п. 33 примерного колдоговора ЦК с указанием, что амортизация инструмента устанавливается РКК на основе примерных сроков изнашивания, рыночной стоимости набора, фактически применяемого рабочим, и качества его.

Стоимость амортизации инструмента должна устанавливаться в определенных ставках за каждый проработанный день.

Некоторые инструменты, как, например, правило, ватерпасы для каменщиков, угольники деревянные и т. п., делаются по мере надобности самими рабочими на постройках.

Оплата за изготовленный инструмент в этом случае должна проводиться в порядке ст. 71 Кодекса Законов о Труде, как времени, затраченного на подготовку к следственной работе.

Учитывая то обстоятельство, что при практическом пользовании справочником могут выявиться ряд упушений и неточностей, союзным организациям предлагается все замечания по нему направить в ЦК для учета при следующем издании.

*Президиум ЦК.*

№№ по порядку	Наименование инструмента	Срок изнашивания инструмента	
		Год	Месяц
<b>Примерные сроки изнашивания инструментов для слесарей по отоплению и водопроводчиков.</b>			
1	Сверла спиральн. с конусами:		
	диам. 2—7 мм	—	1
	"    8—12 "	—	3
	"    13—15 "	—	5
	"    16—20 "	—	7
	"    21—25 "	—	10
2	Ключи гаечн. односторон и двух- сторонние (набор)	—	6
3	Пилы разн. сечен. личнне драчевые	—	6 3
4	Дрель американск.	3	—
5	Молоток	3	—
6	Зубило	1	—
7	Крепиместер	1	—
8	Бородок	1	—
9	Угольник стальной	10	—
10	Метр (складной)	1	—
11	Рейсмус слесарн.	3	—
12	Циркуль	5	—
13	Вырубки (набор)	3	—
14	Ножницы ручные	6	—
15	Щетка для чистки пил	1	—
16	Трещетка	6	—
17	Отвертки обыкновен.	1	—
18	Ножовка	3	—
19	Полотно для ножовки	—	1/2
20	Уровень	5	—
21	Клещи шведские № 1	2	—
	"    "    № 2	2	—
	"    "    № 3	5	—
22	"    ценные № 1	2	—
	"    "    № 2	2	—
	"    "    № 3	5	—
23	Ключ шведский	3	—
24	французский	2	—
25	Запасная цепь	1	—

№№ по порядку	Наименование инструмента	Срок изнашивания инструмента	
		Год	Месяц
26	Плоскогубцы . . . . .	3	—
27	Круглогубцы . . . . .	3	—
28	Острогубцы . . . . .	3	—
29	Труборез 3-х колес . . . . .	8	—
30	Ролики . . . . .	—	6
31	Труборез одноколес. . . . .	8	—
32	Клупы для газовой резьбы . . . . .	10	—
33	Плашки зап. газовые . . . . .	2	—
34	Клупы для резьбы Витворта . . . . .	10	—
35	Метчики для газ. резьбы . . . . .	5	—
36	— для резьбы Витворта . . . . .	5	—
37	Винтовальная доска . . . . .	10	—
38	Воротки для метч. . . . .	10	—
39	Тиски . . . . .	7	—
40	Паяльная лампа обыкновенная . . . . .	5	—
41	Прижимы . . . . .	5	—
42	Керн . . . . .	3	—
43	Паяльник . . . . .	3	—
44	Фрезер для раззенковки труб . . . . .	1	—
45	Вороток для фрезера . . . . .	3	—
46	Ковошатка для чугун. труб . . . . .	3	—
47	Осадка для чугун. труб . . . . .	3	—
48	Чумичка чугунная . . . . .	2	—
49	Котелок чугун. . . . .	1	—
Кузнечный.			
1	Молотки . . . . .	2	—
2	Гладилка . . . . .	1	6
3	Осадка . . . . .	1	6
4	Обжимки . . . . .	1	6
5	Кузнечные зубила . . . . .	1	—
6	Кувалды стальн. . . . .	8	—
7	Бородки кузнеч. . . . .	2	—
8	Пила драчевая 14" . . . . .	—	6
9	Клеши кузнечные . . . . .	—	6
10	Пила личная 14" . . . . .	—	6
11	Тиски . . . . .	15	—

# СОДЕРЖАНИЕ.

## ЧАСТЬ I.

Предисловие . . . . .

Стр.

3

### I. Общие сведения.

Чертежи и указания по монтажу. Планы. Схемы. Чертежи отдельных частей. Указания по монтажу. Технический надзор . . . . .	5
Инструменты и материальный склад. Опись инструмента. Испытание инструмента. Надзор за материалами. Спецификация. Склад. Требования материалов. Ошибки в высылке материалов . . . . .	7

### II. Отдельные части.

Трубопровод. Железные трубы. Сваренные трубы в стык. Обозначения. Размеры. Изготовление их, торча их. Внахлестку сваренные трубы. Обозначение. Размеры. Изготовление их. Цельнотянутые трубы. Автогенным способом сваренные трубы. Неисправности . . . . .	10
Оцинкованные трубопроводы. Недостатки . . . . .	16
Медные трубы. Размеры . . . . .	—
Выпрямление труб. Верстак. Прижимы. Труборезы. Неправильная насадка фрезера . . . . .	17
Соединения труб. Автогенная сварка. Кислород. Баллоны и их оборудование. Манодетандер. Редукторы. Указатели давления. Измерители количества газа. Испытание и пуск аппаратов в ход. Ацетилен. Ацетиленовый диссус. Ацетиленовые генераторы. Карбид кальция. Аппараты по принципу засыпки „карбид в воду“. Очистители. Предохранительное устройство. Сварка и ее дефекты. Горелки для резьбы металла . . . . .	21
Газовая резьба. Клуппы. Различные виды клуппов и пользование ими. Муфты. Соединения на муфтах. Уплотнения и прокладки. Клещи для труб. Паяльные	

лампы. Уплотнения газовой резьбы. Конические соединения с правой и левой резьбой. Чисто металлические соединения. Фрезера для труб. Ключи. Сводные и глухие фланцы. Бортовка. Полевая переносная кузница. Бортовочные кольца. Угольник для фланцев. Фланцы для навальцовки. Вальцовки. Уплотняющие поверхности. Кольца для прокладок. Картон. Асбест. Резина. Клигерит. Металлическое уплотнение. Нормали для фланцев	43
Гнутье. Ответвления. Гнутье в холодном состоянии. Гнутье в горячем состоянии. Наполнение труб песком. Канфоль. Отводы. Обозначения	70
Ответвления. Сужение труб. Обозначения	74
Редуцирование. Редукционные или переходные части. Нищеля. Переходные фланцы	77
Укрепление трубопроводов. Компенсация. Прокладка трубопроводов через стены. Ухватки для труб. Кромштейны. Подвески. Укладка труб на роликах. Компенсация в трубопроводе. Компенсаторы. Пластинчатые компенсаторы. Компенсаторы из рифленого железа. Цепи. Компенсаторы формы лиры	79
Прокладка трубопроводов через стены. Гильзы из цинка. Трубы. Чугунное литье	91
Котлы. Железные и чугунные котлы. Обмуровка котлов. Свободно стоящие котлы. Секционные котлы. Котлы малого размера. Поверхности нагрева. Обмурованные железные котлы. Различные их формы. Сухопарник. Лаз. Огневая коробка. Заклепочные соединения. Просверленные и пробитые дыры. Заклепки. Чеканка	95
Сварка. Простая. Автогенная сварка. Развальцовка	102
Тяжелая арматура. Тонка. Шахта для наполнения и крышка. Дверки для ухода за котлом. Запорные дверки. Укрепления. Дефекты и их исправления. Уплотнения. Колосниковая решетка. Горизонтальная решетка. Решетка с наклоном. Ступенчатые колосники. Колосники. Колосниковая балка. Колосниковая решетка, охлаждаемая водой	104
Приток воздуха. Вентили. Клапаны. Дымовая задвижка. Колпак для дымовой задвижки. Чугунные котлы. Котлы малых размеров. Подставки. Вложенные колосники. Колосники, омываемые водой. Топочное пространство. Сборники и фланцы. Нищеля. Непосредственное соединение секций посредством нищелей. Гладкие навальцованные нищеля. Конические зажатые чугунные нищеля. Стяжные болты. Котлы верхнего и нижнего горения. Особое устройство для топлива, выделяю-	

	Стр.
щего большое количество газов. Вертикальные и горизонтальные дымоходы, их чистка. Тепловая изоляция. Кокух . . . . .	111
Изготовление. Модели. Формовочная земля. Формовка. Сердцевины. Недостатки в литье. Железо и его свойства. Испытание. Чистка. Обработка. Испытание литья. Остальное оборудование. Сифоны. Уловитель. Предохранительная выдувная трубка . . . . .	122
Котельная и установка котлов. Углубление котельной и ее размеры. Боров. Дымоходы. Испытание дымохода. Фундамент. Транспорт. Лебедка и домерат. Собранные секционные котлы. Ввертка и вывертка копилелы. Гладкие шипелы. Инструментарий. Испытание котлов гидравлическим давлением . . . . .	127
Нагревательные приборы. Определение их размеров, наблюдение за ними и их действие. Цилиндрическая печь, со вставными трубками. Трубчатый регистр. Двойной трубчатый регистр. Змеевики. Спираль. Плоские нагревательные приборы. Ребристые трубы. Чугунные ребристые трубы. Ребристые элементы. Соединения. Подпорки. Укрепления. Другие формы. Железные ребристые трубы. Радиаторы. Производство. Соединения. Радиаторы из железа. Керамические радиаторы. Присоединения. Ножки. Кронштейны. Укрепление кронштейнов. Соединение трубопроводов . . . . .	131
Арматура. Введение. Запорные приспособления и регулирование трубопроводов. Вентили. Шибера. Краны. Корпус и гариатура. Материал. Седло. Шпиндель. Соединение между клапаном и шпинделем. Сальник. Крышка. Размеры вентиляей. Последующая обработка. Фрезера для вентиляей. Последующая притирка. Двухпорные краны . . . . .	142
Задвижки. Уплотнение клинообразное. Корпус. Указательное приспособление. Верхняя стойка. Размеры. Сборка. Заедание. Приведение в действие . . . . .	150
Краны. Поворотный затвор. Цилиндрическая и конусообразная форма. Предохранения. Ограничение хода. Указатель. Краны со стаканами. Материал. Размеры. Последующая притирка. Сборка . . . . .	153
Дроссель-клапаны. Их применение. Материал. Размеры . . . . .	155
Трехходовые клапаны. Трехходовые краны. Трехходовые задвижки . . . . .	—
Поплавковые краны. Поплавы. Клапанное седло . . . . .	156
Регулировка нагревательных приборов. Общие требования. Регулировочные краны. Цилиндри-	

- ческие стаканы. Передвижение стакана в направлении оси. Регулировка крапов. Шайба с делением. Указатель. Корпус. Соединительная резьба. Устройство стакана. Крышка. Сальники. Укрепление шайбы. Ручка. Материал. Размеры. Последующая обработка . . . . . 157
- Регулируемые вентили. Вентиль с ограниченным поворотом. Различные рукоятки. Последующая обработка . . . . . 163
- Отделители. Водоотделитель. Фильтр. Маслоотделитель. Фильтры для отделения масла. Выделители воздуха. Отделители конденсационной воды. Поплавковые конденсационный горшок. Возвратный клапан. Обводы. Конденсационный горшок с закрытым поплавком, его применение. Сборка. Действие. Расширяющееся тело. Расширяющееся тело, наполненное жидкостью. Отводчик Гейнца. Влияние различного давления пара. Их применение. Размеры. Последующая обработка. Установка их . . . . . 167
- Лабиринтовые отводчики. Чистка их. Лабиринтовые отводчики для небольшого давления. Отводчики для высокого давления . . . . . 177
- Воздухоотводчики. Автоматические воздухоотделители. Их установка. Регуляторы давления. Предохранительные клапаны. Прижимание клапана к седлу грузом, пружиной. Рычаги. Открытые и закрытые корпуса с отводными штуцерами. Выдувные (фиркающие) клапаны. Всасывающие и нагнетательные клапаны. Редукционные клапаны. Духоседелные клапаны. Разгрузочная мембрана. Поплавки. Рычажное приспособление. Перепаивающиеся грузы. Пружины. Явления усталости материала. Размеры клапанов. Установка. Регулирование давления посредством температуры пара. Клапаны, как регуляторы метого пара . . . . . 180
- Арматура котла. Наполнение и спуск воды из котла. Клапан с дисковым уплотнением. Возвратный клапан. Установка. Рукав для наполнения . . . . . 187
- Водоуказательные приборы. Головки. Сальники. Крапы. Водомерная трубка. Соединение с котлом. Влияния на показания водомерного стекла . . . . . 188
- Манометры. Пружинные манометры. Разность показаний. Трехходный край. Воздушный мешок. Ртутные манометры. Род их устройства. Материал. Исправления . . . . . 190
- Сигнальные свистки. Материал. Трубопровод. Спуск воды. Присоединение . . . . . 192

	Стр.
Термометры. Термометры со стрелками. Ниточные термометры. Корпус. Предохранительная гильза. Присоединение термометров к котлу . . . . .	195
Гидрометры. Неправильные указания . . . . .	196
Регуляторы горения. Регулятор с предохранительной трубой. Поплавковый регулятор. Мембранный регулятор. Регулятор температуры. Твердые расширяющиеся тела. Регуляторы с жидкостью. Исправления . . . . .	197
Регуляторы температуры . . . . .	202
Остальные составные части отопительных установок. Сборники. Размеры сборников. Ответвления. Материал. Укрепление. Расширительные сосуды. Подставки. Воздухоотводчики. Выравнивающие сосуды. Бойлеры. Чистка. Змеевики. Нагревательные приборы других систем. Съемные крышки. Горловины. Оцинковка. Окраска . . . . .	203
Противоструйные аппараты. Прямые трубы. Спиральные трубы. Установка . . . . .	211
Центробежные вентиляторы. Корпус. Материал . . . . .	213
Центробежные насосы. Материал. Обработка. Подкладки. Определение размеров. Подшипники. Кольцевая смазка. Охлаждение водой. Шарикоподшипники. Испытание. Пуск в ход. Неисправности. Ременная передача. Электромоторы на одной оси. Паровые турбины. Общая фундаментная плита. Включение моторов. Исправления . . . . .	215
Нагреватели воздуха. Митральезы. Регистры. Радиаторы. Ребристые нагревательные приборы с ребристыми трубами. Пластинчатые калориферы. Соединения . . . . .	219

## ЧАСТЬ II.

### I. Необходимые, первоначальные понятия из техники и физики.

Необходимость установления точных понятий о явлениях. Линейные меры, меры поверхностей и объемов. Вес, сила. Вытеснение тел водой, вес воздуха, давление воздуха. Избыточное давление, водяной столб. Свободные силы, равновесие. Распространение в распределение давления в жидкостях. Жидкость в движении. Сопротивление движению, зависимость от скорости. Трение и местные сопротивления. Расширение от теплоты, теплопередача, теплоемкость, температура, термометр. Единица тепла. Нарушение равновесия вследствие нагревания. Образование течений

вследствие разницы температуры. Сохранение состояния. Нагревание, парообразование. Связывание и освобождение тепла при конденсации пара. Сдвиг температуры при изменении давления. Испарение. Таяние. Превращение теплоты в работу и обратно. Связывание теплоты химическим путем. Аккумулированная теплота солнца в топливе. Состав топлива. Сгорание. Освобождающееся тепло. Воздух, температура воспламенения. Неполное и полное сгорание. Избыток воздуха и его влияние. Потребное количество воздуха, регудирование. Удаление продуктов сгорания. Сопротивление движению воздуха и дымовых газов. Дымовая труба и тяга, высота трубы и температура отходящих газов. Прииспособления для регудирования. Дымовая задвижка. Вторичный воздух . . . . .

220

## II. Подготовка к монтажу отопительных устройств, установка котлов, нагревательных приборов и прокладка трубопроводов при всех системах.

Строительное. Согласование исполнения с чертежом. Изменения. Котельная, центральное обслуживаемое помещение. Приямки для котлов, дымовая труба борава. Длина и ширина шуровочного пространства. Последствия ошибок. Углубление. Следствия неправильности в дымовой трубе. Плохие строительные работы. Удаление воды из приямка, последствия при невыполнении. Наполнение, клапан для наполнения. Неподвижное соединение. Положение клапана . . . . .

235

Котлы. Установка. Опорожнение. Исходная точка подающей магистрали. Принадлежности. Дымовая задвижка, регулирующая заслонка. Принадлежности для шуровки и очистки. Пуск в ход. Проверка наполнения водой. Положение клапанов и кранов. Затворы для чистки. Растопка. Прогрев воздуха в дымовой трубе. Слабый огонь в топке для просушивания. Засос воздуха через трещины . . . . .

237

Нагревательные приборы. Штукатурка. Последствия запоздалой работы. Нагревательные приборы на ножках, покое. Кронштейны, их установка. Поддержки. Мешки. Возможность чистки. Доступ и регулировка. Обшивка . . . . .

238

Трубопроводы. Предварительное укрепление. Переставляемые опоры. Соединения. Устройство разъемных соединений. Доступ . . . . .

240

## III. Водяное отопление.

Стр.

- Система водяного отопления низкого давления с естественной циркуляцией. Соединение в одну систему котлов, трубопроводов, нагревательных приборов и расширительного сосуда. Измерительные и регулирующие приспособления. Способ действия. Циркуляция воды под влиянием веса и разницы температуры. Значение углубления котельной для циркуляции воды. Полное наполнение водой. Удаление воздуха. Воздушные мешки, воздушные трубы и краны. Воздушные пробки. Наполнение снизу. Медленное и быстрое наполнение. Воздухосборники. Выпуск воды. Уклон трубопроводов. Установка котла. Термометр и ошибки при его установке. Гидрометр и его положение. Трехходовый кран. Наполнение, размеры и конструкция клапана для наполнения. Рукав для наполнения. Впуск в систему. Перебой в циркуляции при неправильном устройстве и способы их устранения. Выпуск воды, размеры и конструкция. Удаление воды с пола. Регуляторы горения, установка их. Колебания температуры. Установка от руки. Растопка и работа ночью. Выключение котла. Растопка при закрытой задвижке. Предохранительные приспособления. Предохранительный клапан, возвратный клапан, трехходовый клапан. Предписания Прусского Министрства . . . . . 241
- Нагревательный сосуд. Мешки. Присоединение нагревательного прибора. Съемка прибора. Ответвления к приборам. Устройство и регулирование . . . . . 251
- Трубопроводы. Верхняя разводка. Явления при растопке, быстрое выравнивание. Главный стояк. Расширительный сосуд. Уклоны, удаление воздуха. Двухтрубная и однотрубная системы. Короткое замыкание при однотрубной системе. Зависимость нагревательных приборов. Присоединения. Двухтрубная система. Перекрещивание ответвлений к приборам. Обратная линия, уклоны, выпуск воды. Присоединение обратной магистрали к нескольким котлам. Нагревание не отапливаемых котлов. Расширение от нагревания, подвижное укрепление. Ухватки для труб. Компенсаторы для труб. Задвижка для стояков. Паровое соединение стояков. Спуск и вторичное наполнение. Низовая разводка. Растопка, отстаивание стояков. Обратная циркуляция. Прокладка трубопроводов, ответвления, скрашивания. Уклоны. Мешки. Удаление воздуха, спуск воды. Воздушные трубы. Присоединения. Выключение нагревательных приборов. Циркуляция воды. Предохранительные меры против замерзания. Перебой в циркуляции. Воздушные трубки, не заполненные водой. Положение не боящегося мороза. Пробивание. Выключение стояков. Обозначение.

- Расширительный сосуд, присоединение, официальные предписания. Высота положения, перепад, указания уровня воды. 255
- Пуск системы в ход. Наполнение, растопка, регулировка, испытание на плотность. 255
- Однотажное водяное отопление. Положение котла и нагревательных приборов. Изоляция. Расположение трубопроводов. Растопка. 259
- Водяное отопление среднего давления с естественной циркуляцией. Предохранительный клапан. Повышение температуры. Конструкция клапана. Давление. Котел, нагревательные приборы. Соединения. Расширение. 270
- Водяное отопление высокого давления. Конструкция. Давление. Регулировка. Температурные условия. Способ включения системы. Соединения труб. Арматура. Удаление воздуха, уклоны. Змеевик в тонке. Принадлежности. Прокачивание. Воздушный колпак, расширительный сосуд с клапаном высокого давления. Опасность замерзания, примеси к воде. 271
- Системы отопления с побуждательной циркуляцией. Сущность. Напорный участок. Выделение примеси. Системы Рокка, Брюккера. 275
- Водяное отопление с насосным побуждением. Насосы и их привод. Напор. Перемещение величин давления. Засасывание воздуха, превышение допустимого давления. Присоединение расширительного сосуда, прокладка и сечение трубопроводов. Распределение давления. Циркуляция воды в расширительном сосуде. Надежность. Порча насоса. Комбинирование системы с естественной циркуляцией и с насосным побуждением. Удаление воздуха, устройство и размеры. Насосы, конструкция и приведение в действие. Шум и способы его устранения. Устройство централи, прокладка труб, удаление воздуха. Избежание перекрещиваний. 278
- Система водяного отопления с пароструйным элеватором. Сущность. Шум. Замена величин напора. Регулирование. Подразделение. Отвод конденсата. Важное значение хорошего удаления воздуха. 286

#### IV. Паровое отопление.

- Сущность парового отопления. Теплота парообразования, увеличенное давление в котле для продвижения пара. Возврат конденсата. 287
- Паровое отопление низкого давления. Незначительное давление. Предохранительная труба. Нормальное рабочее давление. Котлы, их конструкция, принадле-

- лечности и размеры. Опорожнение, манометр, уровень воды. Колебания уровня воды, средства к устранению. Отвод конденсата. Потери давления. Уравновешивающие трубы. Обслуживание. Исследование причин, целесообразные меры. Регулятор горения, присоединение, действие. Предохранительная труба, соединение, удаление воды. Размеры, изоляция. Сигнальные свистки, присоединение. Запоры, устройство и обслуживание. Разъединение, упругость.
- Нагревательные приборы. Удаление воздуха и воды. Впуск пара. Смешивание с воздухом. Циркуляция воздуха. Водяные мешки, замерзание. Ответвления к приборам и вентили. Вставная трубка, сопло. Принадлежности. Регулирующий вентиль, отводчик простой и лабиринтовый. Урегулирование, контрольный тройник. Колебание давления, шум, трудность урегулирования. Центральная регулировка.
- Паропроводы. Содержание воды, уклоны. Восходящие линии. Водяные пробки, вход пара толчками. Удаление воды, высота паропроводов. Парораспределитель.
- Конденсационный трубопровод, стекание под влиянием тяжести. Заполненные водой (мокрые) конденсационные линии, воздушные пробки, опорожнение, уклоны. Полумокрые линии, петли, удаление воздуха, воздушные трубки, удаление воды, высота. Воздушно-водяные (сухие) конденсационные линии. Узловые пункты для отвода воздуха, высота, уклоны. Углубление котельной. Удаление воды. Устройство. Различные типы конденсационных линий. Петля, размеры и степень надежности. Тройная петля, соединение с атмосферой. Возможность чистки. Высокое и колеблющееся давление, отводчик, устройство. Ответвления к приборам. Просверливание вентилях. Движение конденсата в паропроводах, уклоны и подъемы.
- Расширение от нагревания. Компенсация и предварительное натяжение. Прокладка труб. Выщипывание. Мертвые точки, ухватки, втулки. Ответвления, пружинение, подвески. Величина сдвига. Роликовые и шариковые подставки. Удаление стойка, изменение уклона у ответвлений к приборам. Удлинение трубчатых регистров. Изоляция, учет ее при прокладке труб.
- Испытание, давление, наполнение водой. Повторная растопка. Пуск в ход. Регулировка при вентилях и отводчиках. Продувка.
- Приспособление для питания конденсатом. Сборные баки, поплавки, мотор и насос. Различные конструкции. Уравнительный сосуд. Высота установки на-

288

298

305

312

317

- соса, присоединение уравнительного сосуда. Водоуказатель. Размеры бака. Автоматическое питание при утечке воды. Соединение для мягкого или свежего пара. 318
- Отопление мягким паром. Отопление редуцированным паром высокого давления. Отсутствие котла, впуск пара толчками. Содержание масла, следствие, отделение масла. Смягчение толчков, удаление воды, очистка. Добавление свежего пара, регулирование пара высокого давления. Переключение на выход и конденсацию. Возвращение конденсата в котел. 321
- Вакуум-отопление. Сущность. Присоединение к воздушному насосу. Специальные приборы. Регулирование давления и количества. Нагревательные приборы. Трубопровод, расширение температуры. Плотность, соединение труб. Следствие недостаточной плотности. 323
- Паровое отопление высокого давления. Давление и температура пара, размеры поверхностей нагрева и трубопроводов. Котлы. Нагревательные приборы, соединение и форма. Трубопроводы, соединение, ответвления. Принадлежности, отвод воды. Удаление воздуха, обслуживание. Расширение, выравнивание. Пуск в ход, испытание на плотность, регулировка. Добавочное парообразование, потери тепла. Специальный вид парового отопления высокого давления. Сущность и выполнение. Питание конденсата, подъем конденсата. Удаление конденсата, уклоны. Следствие неправильного исполнения. Высокое давление, тщательное выполнение соединений, подвижность, вследствие большого удлинения. Различные способы выполнения. 324

## V. Воздушное отопление.

- Сущность воздушного отопления. Калориферы кирпичные и железные. Циркуляция естественная и механическая. Регулирующие приспособления и решетки. Калориферы. 328
- Нагревание воздуха огневой тонкой. Калорифер. Тонка, отвод дымовых газов. Плотность. Возможность чистки. Регулировка. Воздушная камера, пыль, чистка, доступность, простор и свет. Нагревательная поверхность.
- Паро-духовое и водо-духовое отопление. Нагревательные приборы, как части парового и водяного отопления. Калориферы с механическим приводом. Скорость воздуха. Малые поверхности нагрева и самоочищение. Колебание производительности. Отвод конденсата при паровом отоплении. Пуск в ход, опасность замерзания. Остановка. 329

- VI. Установки для снабжения горячей водой.** Стр.
- Существенные составные части: приготовление и распределение горячей воды 331
- Приготовление горячей воды. Непосредственное нагревание: паровые и водяные нагревательные приборы. Водяной аккумулятор, бойлер. Неогневое нагревание: малые котлы, соединенные, аккумулятор. Циркуляция воды. Котлы с большим водяным пространством. Чугунные котлы и накипь. Съемные крышки. Железные крышки. Чистка котлов с большим водяным объемом. Воздух в воде. Разъедание железа, предохранение от ржавчины. Различные виды, свойства и способ пользования. Арматура котлов. Присоединение к водопроводу, посредственное и непосредственное. Нагревание воды паром или горячей водой. Котлы и арматура. Нагревательные приборы, принадлежности. Очистка от накипи. Крышка лаза. Соединения с нагревательными приборами. Расширение воды, питание котлов. Соединение систем горячего водоснабжения и водяного отопления. Запоры, положение трубопроводов. Расширительный сосуд, высота. Соединение различных источников тепла, переключение. Различные виды нагревательных приборов. Обслуживание
- Неравномерное нагревание бойлеров при нижнем питании холодной водой. Распределительная труба, накипь, температура в местах отбора 339
- Распределение горячей воды. Простая проводка. Воздух, опорожнение. Циркуляция вследствие охлаждения, верховая и низовая разводка. Циркуляция вследствие разницы температуры. Присоединение стояков. Перебои в циркуляции вследствие неплотной прокладки и отбора. Удаление воздуха. Верховая разводка, удаление воздуха. Низовая разводка, воздушный мешок в стояках. Присоединение циркуляционной линии. Предохранение от ржавчины труб. Соединение, изгибы. Пуск в ход, первое наполнение, воздушные пробки. Расotka, плотность, проверка циркуляции 340
- VII. Продолжительность монтажа.**
- Различные влияния. Непользованные помещения, расширение, доступность. Пробные установки. Качество материалов и инструментов. Переделка частей. Монтеры и подручные. Размеры установки. Различная оценка в различных тарифах. Средние величины. Необходимые надбавки 342
- Приложения. Правила ухода за чугунными котлами. Правила для кочегаров. О примерных сроках изнашивания инструментов 346

СОУНЬ ИМ. В. Г. БЕЛИНСКОГО

СОУНЬ ИМ. В. Г. БЕЛИНСКОГО

СОУНЬ ИМ. В. Г. БЕЛИНСКОГО

- гоионов, В. П., илж. Паровые машины. Термодинамика и теория паровых машин. Руководство для техников, школ учителя и для самообразования. М. 1927 г. 152 стр. 64 рис. Ц. 1 р.
- Сангович, Р. С., илж. Курсы паровых котлов. Практическое руководство для котельщиков и машинистов. М. 1927 г. Изд. 3-е, перераб. 313 стр. 172 рис. Ц. 1 р. 90 к. Госуд. Учен. Сов. допущено в качестве пособия для высших технич. школ и курсов.
- Таблицы для перевода русских мер в метрич. и обратно. М. 1928 г. Изд. 8-е. (Одобр. Междунед. Метрич. Комиссией) 54 стр. 4 рис.
- Таблицы для взаимного перевода цен русских и метрических мер. М. 1925 г. 64 стр. Ц. 40 к. (Допущены Междунед. Метрич. Комиссией)
- Турченко-Тур, Н., илж. Таблицы для быстрого определения неисправностей в моторах автомобилей, тракторов, паровозов, мото-лодок, мото-вагонов и т. п. М. 1926 г. Изд. 2-е. 18 стр. Ц. 10 к.
- Чигтенден, Ч., илж. Схемы обмоток статоров и роторов трехфазного тока. С пояснениями и расчетами. Пер. с англ. под ред. и в обработке проф. В. А. Александрова. М. 1927 г. 180 стр. 105 рис. Ц. 1 р. 25 к.
- Шенкер, В., илж. Электрические подъемники пассажир и грузов. с рычажи и кнопки. управл. для постоянного и переменного (одно- и трехфазного) токов. Перев. под ред. проф. В. А. Александрова. М. 1927 г. Изд. 2-е. 120 стр. 110 рис. Ц. 1 р. 50 к.

### ТЕХНИЧЕСКАЯ КНИГА

(около 10 000 изданий)

доставляется ПОЧТОВОЙ ЭКСПЕДИЦИЕЙ Государственного

Технического Издательства быстро и аккуратно.

При заказе свыше 5 руб. пересылка за счет Издательства.

Обращаться по адресу: Москва, 16, Волховка, 6, тел. 2-70-69.

Каталог высылается по получении двух восьмикопеечных марок.

## ГОСТЕХИЗДАТ

Брянское: Москва, Центр, Ильинка, 4/5, д. 4, тел. 2-36-34, 4-72-89  
 Горький: Горький - " - - - - - 5-72-12  
 Куйбышев: " - - - - - 3-14-81  
 Сызрань: Сызрань, д. 28, - 4-92-28.

### КНИЖНЫЕ МАГАЗИНЫ:

МОСКВА. Тверская 25, тел. 5-54-47.  
 Петровка, 10, тел. 1-90-34.  
 Рагуляй, 39/2, тел. 1-30-31.  
 Мясницкая, 1-6, тел. 4-33-03.  
 Арбат, 6, тел. 4-41-02.

ЛЕНИНГРАД. Ул. пр. Володарского, 55  
 ул. пр. 2-го Октября, тел. 498-80.  
 Ул. пр. 2-го Октября, 54, тел. 168-37.

И-НОВГОРОД. Улица Свердлова, 21,  
 тел. 18-32.

ХАРЬКОВ. Ул. 1-го Мая, д. тел. 1-91.

КНЕС. Ул. Воровского, 85, тел. 37-08.

СВЕРДЛОВСК. Ул. На Машинном, 59 а,  
 тел. 14-38.

Цена 1 руб. 90 коп.